

I. *Bemerkungen über den Ursprung der Meteorsteine, besonders in Beziehung auf den Aufsatz von Berzelius in diesen Annalen, Bd. XXXIII S. 1 und 113;*

*von K. E. A. von Hoff.*

**Z**U Erklärung des Ursprungs der Meteorsteine sind verschiedene Hypothesenersonnen worden, von denen drei vor anderen Beachtung verdienen.

Die eine: dass sie *kosmischen Ursprungs* seyen, und zwar entweder Bruchstücke zertrümmerter Planeten, oder selbst kleine planetarische Körper, die, im freien Weltraume schwebend und umlaufend, wenn sie in den Anziehungsbereich der Erde kommen, auf dieselbe herabfallen, oder endlich Haufen von lockeren Stoffen (Urmatte aus der die Planeten entstehen), hat zuerst Chladni aufgestellt.

Die zweite: dass sie *Auswürflinge des Mondes* seyen, ist, nachdem Laplace und Olbers die Möglichkeit eines solchen Ursprungs mathematisch dargethan hatten, von dem Freiherrn von Ende wissenschaftlich ausgeführt, und ganz neuerlich von Benzenberg und von Berzelius vertheidigt worden.

Die dritte: dass sie *atmosphärischen Ursprungs* seyen, d. i. in der Erdatmosphäre aus derselben angehörenden gasförmigen Stoffen gebildet würden, ist von Mehreren, und neuerlich von Egen und Butler angenommen worden.

Einige andere, mehr oder weniger paradoxe Meinungen: dass Meteorsteine durch Blitzschläge veränderte Steine der Erdoberfläche, oder Auswürflinge der Erd-

vulkane, oder gar der Erdpole seyen, haben sich allzu wenig begründet gezeigt, als dass man ihnen ferner einige Aufmerksamkeit zu widmen Ursache hätte.

Butler's Aufsatz gab mir Veranlassung einige Bemerkungen über denselben, und über den Ursprung der Meteorsteine überhaupt in diesen Annalen<sup>1)</sup> zu liefern. Damals war mir die Arbeit von Berzelius über diesen Gegenstand noch nicht bekannt. Dieser grosse Chemiker erklärt sich nun für den *lunarischen Ursprung* der Meteorsteine, aus Gründen, welche er in den chemischen Bestandtheilen und den oryklogistischen Kennzeichen dieser Körper findet, und lehrt so den Anhängern dieser Hypothese, welche sie, wie Ende und Benzenberg, auf mathematischen Grundlagen erbaut haben, eine neue Stütze.

Die von Berzelius gegebene Darstellung hat mich nun zwar außerordentlich angezogen, aber einige Zweifel, die sich mir dabei aufdringen, haben mich doch veranlaßt, mir alle bei der merkwürdigen Erscheinung der Meteorsteinfälle zu beachtenden Umstände, im Einzelnen sowohl als in ihrer Vereinigung nochmals recht klar zu machen, um mir eine möglichst wohl begründete Ansicht davon zu bilden. Diese wage ich um so mehr hier umständlich niederzulegen und der öffentlichen Prüfung zu unterwerfen, als aus dem, was ich in meinen Bemerkungen über die Butler'sche Hypothese davon auf eine mir jetzt unzureichend erscheinende Weise geäußert habe, vielleicht — wiewohl mit Unrecht — gefolgert werden könnte, ich selbst sey allein der Hypothese vom atmosphärischen Ursprunge der Meteorsteine zugethan.

**Das Wesentliche der Gründe, welche Berzelius für den Ursprung der Meteorsteine aus dem Monde als**

1) Bd. XXXIV S. 351.

Auswürflinge desselben anführt, lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen.

1) Die Meteormassen sind mit *metallischem Eisen* durchsetzt, oder bestehen ganz aus solchem. Alles Eisen von luftbaltigem Wasser durchsetzt rostet (*oxydirt* sich), was auf der Erde immer geschieht. Das *metallische Eisen* in den Meteorsteinen muss also irgend woher kommen, wo es kein Wasser giebt; auf dem Monde giebt es, wie wir vermuthen müssen, kein Wasser; dort also nur kann Eisen metallisch (*nicht oxydirt*) bleiben; also können die Meteorsteine aus dem Monde kommen.

2) Die meisten Meteorsteine sind einander in der Zusammensetzung ihrer Bestandtheile so ähnlich, als wenn sie von Einem Berge (Einer Felsmasse) herrührten; nur wenige werden von abweichender Beschaffenheit gefunden. Auf der Erde sind verschiedene Gemenge von Mineralien enthalten und an verschiedene Orte vertheilt. Eben so kann es auch auf anderen Weltkörpern seyn, also auch auf dem Monde; daher können verschiedene Gemenge vom Monde herabkommen, wenn sie aus verschiedenen Gegenden dieses Weltkörpers herrühren.

3) Am leichtesten können vom Monde ausgeworfene Körper auf die Erde treffen, wenn sie gerade vom Mittelpunkte (oder wenigstens von demselben nahe gelegenen Stellen) der uns fortwährend zugewendeten Mondesseite ausgeschleudert werden. Die dort vorherrschende Felsart wird daher die meisten Meteorsteine liefern; daher werden die meisten sich ähnlich seyn. Auswürflinge von anderen Gegenden des Mondes fliegen nicht in so direct gegen die Erde gerichteten Linien; daher gelangen sie seltener in den Anziehungsbereich derselben, und diese sind vielleicht die, welche aus anderen Felsarten bestehen als jene die Mehrzahl bildenden. Sollte vielleicht, sagt Berzelius, gar die Menge des Nickel-Eisens in dieser Seite des Mondes die Ursache seyn, dass er der Erde immer dieselbe Seite zukehrt, indem die magneti-

sche Anziehungskraft der Erde vorzugsweise auf diese Seite wirkt, und weniger oder nicht auf die andere, die vielleicht kein Nickeleisen enthält?

4) Wenn man die Meteorsteine als Felsarten betrachtet, so sind sie von denen der Erde sehr verschieden. Der Reichthum an Talkerde, welche überall vorwaltender Bestandtheil ist, die Seltenheit der Kieselerde, und der unbedeutende Gehalt an Silicaten von Thonerde und Alkali zeichnen die Meteorfelsarten aus. Auf der Erde verhält es sich umgekehrt; hier ist die Kieselerde überwiegend, und Silicate von Thonerde und Alkali sind überall die hauptsächlichsten Gemengtheile; die Talkerde kommt sparsam vor.

5) Die Meteorsteine scheinen nicht, wie unsere terrestrischen vulkanischen Producte, im geschmolzenen Zustande ausgeworfen worden zu seyn, sondern ruhig und langsam gebildet, indem sie gesprungen gewesen zu seyn scheinen, und die Sprünge sind mit einer andern, mehrtheils dunkleren Steinart angefüllt.

6) Den Olivin will Berzelius nicht für ein vulkanisches Gestein gelten lassen (weil er schwerflüssig ist), sondern für ein präexistirendes, nur in die flüssige Lava eingewickeltes Mineral. Anders ist er in den Meteorsteinen vorhanden, indem er da gleichförmig mit den übrigen Bestandtheilen gemengt ist.

7) Der Meteorstein von *Alais* ist eine in ihrer (vormaligen) Heimath verwitterte und zersetzte Felsart.

8) Die Meteorsteine von *Stannern*, *Jonzac* und *Juénas* kamen aus einer andern Mondesgegend als die übrigen, von denen sie sehr verschieden sind. Sie enthalten kein gediegenes Eisen, und machen ein Aggregat aus von deutlich unterscheidbaren Mineralien, und das Talkerde-silicat ist nur zu einer ganz unbedeutenden Quantität darin enthalten. Dagegen enthalten sie, außer etwas Schwefeleisen, Silicate von Kalk, Thonerde und Eisenoxydul, auch enthalten sie Chrom u. s. w.

Die chemischen Untersuchungen eines Berzelius haben einen so entschiedenen Werth, daß selbst das Preisen derselben, wenigstens durch mich, unverzeihliche Anmaßung seyn würde.

Aber die Frage darf aufgeworfen werden: Ob die als Resultat der chemischen Untersuchung sich zeigende Zusammensetzung und Beschaffenheit der Meteorsteine, ob ferner ihr oryktognostischer Charakter und ihre physischen Eigenschaften, und endlich, ob die Erscheinungen, die wir bei ihrem Herabsfallen wahrnehmen, einen Grund abgeben, oder selbst nöthigen, sie aus dem Monde herzuleiten, und jede andere Ansicht von ihrer Entstehung zu verwerfen?

Die Bestandtheile der Meteorsteine, sowohl nach ihren empirischen und physischen Kennzeichen als durch die Zerlegung in einfache Stoffe dargestellt, sind ihnen nicht ausschließlich eigen, sondern finden sich sämmtlich in den Massen wieder, aus denen unsere Erdrinde zusammengesetzt ist.

Das *metallische Eisen* allein macht hiervon eine Ausnahme, da dieses in dem von uns untersuchten Theile der Erdrinde bis jetzt noch nicht gefunden worden ist.

Die Talkerde ist in mehreren Felsarten der Erde in reichlicher Menge vorhanden, und die Kieselerde fehlt dagegen in anderen eben sowohl als die Silicate von Thonerde und Alkali.

Der oryktognostische Charakter des Gesammtgemenges der Meteorsteine, dieselben als Felsart betrachtet, ist allerdings verschieden von allen bis jetzt auf der Erde gefundenen Felsarten. Aber die Art der Mengung, welche die Meteorsteine zeigen (die Gediegen-Eisenmassen ausgenommen) ist doch dieselbe wie sie bei mehreren Felsarten der Erde erscheint, nämlich die *körnig-kristallinische*. Nur dasselbe Gemenge derselben mineralo-

gisch-einfachen Substanzen ist auf der Erde noch nicht gefunden worden.

Wir finden also bei den Meteorsteinen *Aehnlichkeiten* mit und auch *Verschiedenheiten* von den anorganischen Massen, aus denen die Erdrinde besteht. Die *Aehnlichkeit* besteht darin, dass alle einfachen Stoffe, und einige Mischungen derselben zu mineralogischen Arten, in den Meteorsteinen dieselben sind, die wir in der Erdrinde finden. Die *Verschiedenheit* besteht darin, dass in den ersten die aus den chemisch-einfachen Stoffen gebildeten mineralogisch-einfachen Substanzen zu einem Gemenge vereinigt sind, dessen Gleiches auf der Erde nicht gefunden wird; dass in diesem Gemenge sich das Eisen im metallischen Zustande befindet, und dass manche Meteormassen bloß aus Eisen in diesem Zustande bestehen, in welchem es auf der Erde noch nicht gefunden worden ist.

Diese Verschiedenheit der meteorischen Massen von allen jetzt bekannten terrestrischen leitet allerdings zunächst auf die Vermuthung, dass die meteorischen Massen vor ihrem Herabfallen nicht der Erde angehört haben.

Da aber ihre übrige Beschaffenheit den Charakter nicht nur eines Minerals, wie bei den Gediegen-Eisenmassen, sondern auch einer Felsart, wie bei den Meteorsteinen, trägt: so ist auch die weitere Vermuthung zulässig, ja natürlich, dass sie vorher einem, im wesentlichen wie der feste Theil des Erdballs gebildeten Körper angehören konnten.

Der Mond ist der der Erde am nächsten stehende Weltkörper, welchem man eine ähnliche Bildung aus ähnlichen Stoffen wie diese zuschreiben darf.

Dass eine gewisse gegebene Kraft, Körper aus dem Monde so weit hinwegzutreiben vermag, dass sie mehr von der Erde als von dem Monde angezogen werden, ist aus physischen Gesetzen mathematisch erwiesen.

Dass auf dem Monde vulkanische Thätigkeit vorhan-

den ist, der man eine solche Kraft zutrauen kann, ist wenigstens nicht unwahrscheinlich, sondern selbst durch einige Erscheinungen angedeutet.

Sehr sinnreich ist jedenfalls die von Berzelius aufgefasste Vorstellung, dass die meisten die Erde erreichen den Meteormassen, — wenn sie nämlich aus dem Monde kommen — aus einer dem Mittelpunkte der uns zugewendeten Mondseite nahe gelegenen Gegend kommen müssen, also aus einem beschränkten Bezirke, in welchem gar wohl eine einzige Falsart die vorherrschende seyn kann, und dass deswegen die Mehrzahl der bis jetzt bekannt gewordenen Meteorsteine aus einem sehr ähnlichen mineralischen Gemenge besteht; dass hingegen die von einer vom Mittelpunkte der uns zugewendeten Mondseite beträchtlich entfernten Gegend aus einer anders beschaffenen Gebirgsformation stammenden, nicht in gerader Richtung auf die Erde fliegen, daher seltener zu uns gelangen, und dass daher nur sparsam solche Meteorsteine gefunden werden, die nicht die Kennzeichen der Mehrzahl haben.

Unbemerkt darf indessen Folgendes hier nicht bleiben. Die grösste Stütze der Hypothese vom lunaren Ursprunge der Meteorsteine ist unstreitig die mathematisch erwiesene Möglichkeit, dass Körper vom Monde bis in den Anziehungsbereich der Erde getrieben werden können. Aber die Rechnung, mittelst welcher dieses dargesthan wird, ist auf die Voraussetzung gestellt, dass Mond und Erde feststehen. Dieses ist jedoch nicht der Fall, und die Bewegung des Mondes um die Erde und um die Sonne bleibt auch den Auswürflingen des ersteren mitgetheilt. Diese werden daher eine elliptische Bahn um die Erde beschreiben, in welcher sie nur in dem Falle auf die Erde selbst gelangen können, wenn ihr Perigeum in die Erde oder wenigstens in die Atmosphäre derselben fällt. Da dieses aber nach Wahrscheinlichkeit nur bei einem geringen Theile derselben der Fall seyn

wird, so werden von allen vom Monde ausgeworfenen Massen nur sehr wenige bis auf die Erde gelangen. Da nun aber die Meteorsteinfälle so häufig vorkommen, so müßte der Mond, wenn dieser sie lieferte, allmälig sehr viel von seiner Masse verlieren <sup>1)</sup>.

Es ist nicht zu läugnen, daß, ungeachtet dieser letzteren Bemerkung, alle im Vorhergehenden zusammengestellten Umstände die Vermuthung, daß die Meteorsteine und die aus der Luft herabfallenden Massen gediegenen Eisens aus dem Monde kommen können, allerdings unterstützen.

Um aber zu beurtheilen, ob es sogar nothwendig ist den Ursprung dieser Massen allein aus dem Monde herzuleiten und jede andere Ansicht von Entstehung derselben zu verwerfen, muß man auch diejenigen Umstände näher prüfen, welche unter den zu Unterstützung der Hypothese benutzten selbst noch hypothetisch sind.

Dahin rechne ich folgende:

Das Eisen, sagt die Hypothese, kann gediegen nur aus dem Monde kommen, weil es dort nicht oxydiert wird, da der Mond keine Atmosphäre und kein Wasser hat, aus welchen das Eisen Sauerstoff absorbiren kann. Nun wird wirklich dem Monde eine der terrestrischen ähnliche Atmosphäre abgesprochen; und, ob Wasser auf dem Monde in solchen Verhältnissen wie auf der Erde besteht, ist wenigstens nicht ausgemacht. Indessen wissen wir nicht, ob der Mond nicht vielleicht unter festen Bedeckungen oder auf der von uns ewig abgewendeten Seite Wasser enthält. Ferner finden wir, daß in den Bestandtheilen derjenigen Meteormassen, die nicht bloß aus gediegenem Eisen bestehen, der Oxydationsproceß vor sich gegangen ist. Sind daher diese Körper aus dem Monde gekommen, so muß auch auf diesem der Oxydationsproceß vor sich gehen, folglich dort eine Absorption von Sauerstoff stattfinden, folglich der Sauerstoff dort

1) S. Olbers in v. Zach monatl. Correspondenz, Bd. 7 S. 159.

vorhanden seyn und wirken. Es bleibt hiernach immer noch in dem Vorkommen des gediegenen Eisens auf dem Monde Vieles unerklärt; und wenn man diesem Punkte der Hypothese die Hypothese entgegensetzen wollte, dass vielleicht auch im Erdballe, aber in einer bis jetzt von Menschen noch nicht aufgeschlossenen Tiefe, gediegenes Eisen befindlich seyn könne, so würde man eine solche Vermuthung auch nicht für verwegen ansehen dürfen.

Weiter ist zwar die Möglichkeit, dass Körper aus dem Monde mit der erforderlichen Kraft weggeschleudert und in den Bereich der Anziehung der Erde getrieben werden können, nicht nur nicht zu läugnen, sondern selbst mathematisch dargethan. Aber dass eine solche Kraft auf dem Monde in der That wirke, das ist doch noch kein Erfahrungssatz, sondern ebenfalls nur Hypothese. Der Umstand, dass auf dem Monde vulkanische Bildungen von beträchtlicherer Grösse wahrgenommen werden als sich auf der Erde zeigen, unterstützt diese Vorstellung zwar, möchte sie aber doch noch nicht vollständig und genügend erweisen.

Giebt man aber auch zu, dass die chemische und physische Beschaffenheit der Meteorsteine und der aus der Lust gefallenen Gediegen-Eisenmassen, und dass alle im Vorhergehenden angegebenen Umstände die Vorstellung von dem lunarischen Ursprunge dieser Massen begünstigen, betrachtet man auch die so eben gegen diese Hypothese aufgestellten Zweifel als unbedeutend, so bleibt doch noch die Frage zu erörtern, ob auch die mit dem Fallen der Meteorsteine verbundenen Erscheinungen diese Vorstellung auf gleiche Weise unterstützen.

Dieser Vorstellung zufolge sind die Meteorsteine Felsarten der Mondgebirge, die als Bruchstücke von ihren natürlichen Lagerstätten losgerissen und als feste Massen weggeschleudert werden. Sie können daher ent-

weder in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit auf die Erde fallen, wie eine abgeschossene Kanonenkugel in derselben Beschaffenheit, in welcher sie aus dem Geschütze flog, an ihr Ziel gelangt, oder sie erleiden während ihres Fluges durch den zwischen dem Mönde und der Erde befindlichen Raum eine Veränderung.

Die Beschaffenheit der Meteorsteine, wenn man sie als Bruchstücke von Felsarten betrachtet, giebt keinen Grund ab anzunehmen, dass sie während ihres Flugs eine andere Veränderung erlitten haben, als eine Art von leichter Schmelzung auf ihrer Oberfläche, die sich durch die dieselben umgebende schwarze Rinde zu erkennen giebt. Diese Rinde ist außerordentlich dünn, und dringt in das Innere des Meteorsteins nur da einigermaßen ein, wo derselbe Risse hat. Das Innere aber hat so ganz das Ansehen einer körnig gemengten Felsart, und das der Eisenmassen ist so vollkommen dichtes Eisen, das, wenn man annimmt, diese Massen seyen so fertig, wie man sie findet, von Gebirgen im Mönde abgerissen worden, man auch annehmen mufs, dass sie während des Fluges keine andere Umwandlung erlitten haben als die sehr geringe, die nur auf die äufserste Oberfläche gewirkt hat, durch Ueberziehen derselben mit jener dünnen Rinde; und zuweilen des Zerspringens in mehrere Stücke. So scheint auch Berzelius den Hergang anzusehen.

Wenn man erwägt, dass eine abgeschossene Kanonenkugel bei ihrem Fluge durch den untersten dichtesten Theil der Luft nicht einmal glühend wird, dass eine aus leichtflüssigem Blei bestehende Büchsenkugel in Holz von mittlerer Härte eindringt ohne ihre Rundung zu verlieren, also im Fluge nicht weich geworden ist, so wird man begreifen, dass auch Auswürflinge des Mondes, ungeachtet der weit grösseren Geschwindigkeit ihrer Bewegung als die der Geschützkugeln ist, doch nicht bis tief in ihr Inneres verändert oder gar zum Schmelzen ge-

bracht werden können, dass durch Reibung in der Atmosphäre, in deren dichtesten Theil sie erst ganz am Ende ihres Laufes gelangen.

Ist aber dieses nicht der Fall, so wird es schwer bei Auswürflingen des Mondes die Erscheinungen zu erklären, die mit dem Fale von Meteormassen jederzeit verbunden sind, und die lurchiden, wenn auch noch so schnellen Lauf eines festen, schwer schmelzbaren Körpers durch die atmosphärische Luft allein schwerlich hervorgebracht werden können.

Die Erscheinungen dieser Art sind folgende:

Eine *Lichterscheinung* (die man gewöhnlich nur bei Nacht wahrnimmt), welche eine kurze Zeit fortdauert, und durch welche man in den Stand gesetzt wird, den Lauf des fallenden Körpers zu verfolgen. Bei dieser Erscheinung zeigt sich der leuchtende Körper gewöhnlich als ein mehr oder weniger runder Feuerball, der oft einen leuchtenden Schweif nach sich zieht, bisweilen auch Funken sprüht. Diese durch einen gewissen Zeitraum fortdauernde feurige Erscheinung müfste man, die Meteormasse als einen bereits fertig gebildeten, in fester Form vom Monde weggeschleuderten Körper angenommen, dadurch erklären, daß derselbe entweder schon glühend ausgeworfen worden sey, oder daß ihn die Reibung in dem Mittel, durch welches er sich bewegte, bis zum Grade des Glühens oder gar des Schmelzens erhitzt habe. Aus diesem hohen Grade der Erhitzung würde man auch das Abspringen einzelner Theile zu erklären haben, die sich als umhergesprühete Funken zeigen, und den feurigen Schweif, in sofern dieser nicht als eine optische Täuschung betrachtet werden kann.

Gegen diese Annahme aber sprechen mehrere Umstände. Erstens würde ein Auswürfling des Mondes seinen Lauf gegen die Erde, und zwar den überwiegend größeren Theil desselben, durch ein Mittel nehmen, welches so äußerst dünn ist, daß man eine Erhitzung des

sich darin bewegenden Körper durch Reiben schwerlich annehmen kann. Höchstens würde ein so stark wirkendes Reiben oder eine Compession (welche Chladni später statt des bloßen Reilens als Ursache der Erhitzung annahm) erst in dem intersten, dichtesten, aber auch kleinsten Theil der Erdatmosphäre erfolgen können. Dass es aber gerade in diesen Theile nicht erfolgt, beweist der Umstand, dass die leurige Erscheinung immer schon vorübergegangen ist, wenn die Meteormasse in den unteren Gegenden der Atmosphäre ankönmt, und dass man diese Erscheinung von Licht und Feuer an dem fallenden Körper in meilenhoher Entfernung von der Erdoberfläche wahrnimmt.

Zweitens langt die fallende Meteormasse fest, *nicht gesmolzen, nicht erweicht, nicht einmal, oder doch nur äusserst selten, glühend* auf der Erde an, denn ihre Form erhält bei dem Auffallen auf den Boden keine solche Veränderung, die man als Folge eines gewaltigen Zusammenstoßens eines weichen Körpers mit einem harten ansehen könnte; und man hat fast kein Beispiel davon, dass ein Meteorstein Gegenstände, auf die er gefallen war, entzündet oder auch nur stark versengt hat. Chladni<sup>1)</sup> führt unter mehreren Fällen, in denen durch Meteorsteine Schaden angerichtet worden ist, nur einige wenige an, bei denen der Schaden in Entzündung der vom Steine getroffenen Gegenstände bestanden haben soll; und bei einigen dieser wenigen Fälle ist es überdies zweifelhaft, ob die meteorische Erscheinung ein Aerolith, und nicht ein gewöhnlicher Blitzschlag gewesen ist. Entstünde die Erhitzung der Meteormassen durch Reiben in der Luft oder durch Compression derselben, so müsste also, wie schon erwähnt, der höchste Grad der Erhitzung im untersten Theile der Atmosphäre stattfinden, und nach dem hohen Grade von Hitze, von welchem man annehmen kann, dass er in der grossen Höhe, in welcher die

1) Feuermeteore, S. 77 bis 80.

feurige Erscheinung sich zeigt, dem fallenden Körper eigen seyn muss, müfste dieser Hitzgrad im Augenblick, da der Stein auf die Erde fällt, so zugenommen haben, dass die Masse durchaus nicht mehr die feste Form behalten könnte. Man will zwar bei einigen herabgefallenen Meteormassen Spuren von wenigstens theilweise erfolgter Schmelzung oder Erweichung gefunden haben, als Eindrücke von Steinen, anhangende, fast eingeknetete Steine u. dergl.<sup>1)</sup>; aber diese Fälle scheinen äusserst selten vorzukommen, und die Spuren selbst sehr wenig deutlich zu seyn. Dagegen sind bei weitem die meisten herabgefallenen Massen, selbst die Eisenmassen, wie z. B. die von *Agram* und die unter dem Namen *Verwünschter Burggraf* bekannte von *Ellbogen*, als dicke und derbe Klumpen auf die Erde gekommen, oder in dieselbe gleich festen Kugeln aus Geschützen eingedrungen<sup>2)</sup>. Sie müssen daher schon in beträchtlicher Höhe über der Erde eine feste Form erhalten haben und hart geworden seyn. Im geschmolzenen Zustande auf die Erde fallend, würden sie eine breite dünne Masse, wie Blech oder abgeklatschtes Blei, gebildet haben.

Drittens: die fallenden Meteorkörper (die Gediegen-Eisenmassen ausgenommen) haben die Beschaffenheit *kristallinisch gebildeter Urfsarten*. Nimmt man sie daher für Bruchstücke solcher im Monde heimischer Felsarten, so nimmt man dadurch von selbst an, dass sie während ihres Laufes im Innern keine Veränderung erlitten haben, am wenigsten eine durch Schmelzung hervorgebrachte. Das Product eines solchen könnte nicht ein körniges Gemenge mehrerer mineralogisch einfachen, kristallinischen Substanzen seyn. Aber auch die sehr dünne schlackige Rinde, welche die Meteorsteine gewöhnlich umgibt, zeigt, dass mit der Masse wahrscheinlich

1) Chladni, Feuermeteore, S. 41.

2) v. Schreiber's Beiträge, S. 7 Anm.

zweierlei Operationen vorgegangen sind, von denen die eine nicht das Innere, sondern nur die Oberfläche betroffen hat. Die Gediegen-Eisenmassen aber insbesondere haben die merkwürdig krystallinische innere Structur (*Wittmannstättische Figuren*), die nicht durch Schmelzung zu entstehen pflegt, sondern die auf Urbildung der Masse deutet.

Aus diesen Umständen scheint mir hervorzugehen, dass die Einwirkung des Mittels, durch welches die Meteormassen sich hindurch bewegt haben, oder die Reibung derselben in der Erdatmosphäre, oder die Compression der letzteren durch den fallenden Körper, von äußerst geringer oder vielleicht von gar keiner Wirkung gewesen seyn kann auf die innere und wesentliche Beschaffenheit der Meteorsteine, und dass es selbst noch zweifelhaft bleibt, ob die Lichterscheinung, die der fallende Meteorstein darbietet, auf Rechnung seines Reibens in der Atmosphäre und der Compression der Luft geschrieben werden darf?

Bei Meteorsteinfällen, die sich am Tage ereignet haben, hat man die Lichterscheinung gewöhnlich nur schwach oder auch gar nicht wahrgenommen, sondern dagegen oft eine den fallenden Körper begleitende, oder dem Falle vorausgehende kleine Wolke. Da diese wahrscheinlich aus Dämpfen besteht, die mit der Lichterscheinung in der engsten Verbindung stehen, so gilt Alles, was von dieser gesagt worden ist, auch von der Erscheinung der Wolke.

Aber, viertens, außer der den Meteorsteinfall begleitenden, nur eine kurze Zeit dauernden Erscheinung von Licht, Feuer und Dampf werden noch weit schneller vorübergehende, fast momentane Erscheinungen dabei wahrgenommen, die für die Erklärung des Ursprungs des Phänomens von der höchsten Bedeutung sind.

Bei jedem Meteorsteinfall, und zwar in einem Zeitpunkte, in welchem der fallende Körper sich noch in

einer außerordentlich grossen — oft wahrscheinlich viele Meilen betragenden — Höhe über der Erdoberfläche befindet, erfolgt, eine nicht bloß als Licht dem Auge, sondern immer auch dem Ohre vernehmbare, überaus starke *momentane Explosion*, ein Knall, Donner oder Prasseln, welches weit und breit, oft in grosser Stärke gehört wird.

Diese momentane Explosion lässt sich am wenigsten durch die Vorstellung von dem lunaren Ursprung der Meteorsteine erklären. Käme eine solche Masse als ein abgerissenes Stück Felsart vom Monde zu uns herab: was könnte dann die Veranlassung seyn zu einer momentanen gewaltsamen Einwirkung auf dasselbe in einer Region, in welcher die Erdatmosphäre — wenn sie anders bis dabin reicht — so dünn seyn muss, daß sie beinahe dem leeren Raume gleich zu setzen ist? Warum erfolgt die allem Anscheine nach ungeheuere Explosion in dieser Region, und nicht vielmehr in dem dichtesten Theile der Atmosphäre, in welchem die Reaction derselben auf den in sie eindringenden festen Körper am kräftigsten seyn muss? Dass aber diese Explosion wirklich in einer so beträchtlichen Höhe über der Erdoberfläche erfolgt, das ist theils durch die über die Parallaxen solcher Meteorsteine angestellten Beobachtungen, theils durch die Zeiträume dargethan, die bei Wahrnehmung von Steinfällen zwischen der Licht- oder Wolken-Erscheinung und dem Hören des Knalles verflossen waren.

Ein fünster Umstand verdient besondere Erwägung. Die Meteorsteine und Eisenmassen, die man nach Wahrnehmung des Phänomens auf der Erde findet, sind auffallend kleine Massen in Vergleich mit der Grösse der Feuerbälle, welche sie hervorgebracht haben, und welche in grosser Höhe über der Erde außerordentlich viel grösser erscheinen, als sie erscheinen könnten, wenn die herabgefallene Masse in jener Höhe nur dieselbe Grösse gehabt hätte, in welcher sie auf der Erde gefunden wor-

den ist, und wenn sie blos durch ihre Erhitzung, ihr Glühen oder Brennen die Lichterscheinung hervorgebracht hätte. Der Unterschied zwischen der Grösse der Feuerkugeln und der aus denselben herabgefallenen festen Massen beträgt vielleicht das Hunderttausendfache.

Der Bildung eines Feuerballes von rundlicher Form geht endlich *sechstens* zuweilen eine formlose, zwar matte, aber einen weit gröfsen Raum als der Ball selbst einnehmende Lichterscheinung voraus, indem dann und wann sich eine leuchtende Wolke, oder parallel laufende Lichtstreifen am Himmel zeigen, die erst später in eine Feuerkugel zusammenfließen.

Alle diese Theile des Phänomens, sowohl das momentane Erfolgen der Explosion, als die vorübergehende Lichterscheinung, dann die zuletzt erwähnten, diesen vorausgehenden und den Hauptact gleichsam vorbereitenden Phänomene; ferner, und vornehmlich der beträchtliche Unterschied der Grösse der Feuerkugel von der des daraus niederfallenden festen Products lassen sich allein aus dem Durchfliegen eines festen Körpers durch den Raum über und in der Atmosphäre nicht erklären. Allen diesen Erscheinungen muss ein eigenthümlicher, augenblicklich vollbrachter physisch-chemischer Proces zum Grunde liegen, über dessen eigentliches Wesen alle bisher gemachten Wahrnehmungen uns freilich noch im Dunkel lassen; daher es auch noch zu früh zu seyn scheint, denselben aus den uns bekannt gewordenen, oder von uns erkannt geglaubten Naturgesetzen näher entwickeln zu wollen.

Aber Eine Vermuthung scheint mir dadurch ganz natürlich, ja nothwendig hervorgerufen zu werden, die nämlich: *dass in den Augenblicken, in welchen bei einem fallenden Meteor die Explosion und Lichtentwicklung erfolgt, eine mächtige chemisch-physische Operation vorgeht, die nicht blos Begleiterin des Falles eines festen Körpers, oder Wirkung dieses Falles ist,*

son-

sondern die aus Urstoffen einen neuen Körper bildet, und dass dieser neue Körper eben der fallende Meteorstein ist.

Chladni nahm an, dass der Raum zwischen den grossen Himmelskörpern mit Massen von einem Urstoffe in lockerer Form, aus welchem sich feste planetarische Körper bilden könnten, erfüllt sey, und vielleicht auch mit schon geformten, aber sehr kleinen planetenähnlichen Körpern, welchen dieselbe Umlaufsbewegung wie den grösseren eingedrückt sey. Er glaubte, dass umlaufende Haufen von jenem lockeren Urstoffe, wenn sie in den Bereich der Anziehung der Erde kämen, auf dieselbe herabfallen und die Erscheinung eines Meteorsteinfalles hervorbringen könnten, oder dass dieses Phänomen durch die Ankunft eines der von ihm angenommenen kleinen Trabanten — von ihm scherweise *Weltspäne* genannt — in den Anziehungsbereich der Erde entstehe. Indessen gab er der Vorstellung von Bildung der Meteormassen aus lockarem Urstoffe den Vorzug, vielleicht in Erwägung, dass der Ansicht vom Herabfallen der Weltspäne eben die Schwierigkeiten entgegentreten, die oben gegen die lunare Hypothese aufgestellt worden sind.

Nun scheint mir aber, dass die Vorstellung von dem Herabfallen einer Masse lockeren Urstoffs auf die Erde, ihr Zusammentreffen mit der Atmosphäre und ihr Durchgang durch dieselbe *allein* auch nicht genügt, die oben aufgezählten, den Meteorsteinfall begleitenden Phänomene zu erklären. Den ersten Satz, der dieser Vorstellung zum Grunde liegt: das Daseyn des Urstoffes im Weltraume (und vielleicht daneben auch in der Atmosphäre der Erde) möchte ich allerdings ebenfalls festhalten; aber es scheint mir, dass, um jene Erscheinungen hervorzubringen, mit diesem Urstoffe noch etwas Anderes vorgehen muss, als bloß ein Eindringen desselben in die Erdatmosphäre.

Die Vorstellung, dass die Stoffe aus denen Planeten  
Poggendorff's Annal. Bd. XXXVI.

gebildet werden, im grossen Weltraume verbreitet seyn können, ist an sich durchaus nicht unnatürlich; eben so wenig die, dass die Bildung fester Körper aus diesen Stoffen durch einen uns freilich noch unbekannten physisch-chemischen Proces immer fortgeht, was auch der hierin gewiss competente Herschel<sup>1)</sup> annimmt. Daher scheint mir der Gedanke: dass eben dieser bei Bildung solcher festen Körper aus jenen lockeren Stoffen vorgehende Proces die Erscheinung der Meteorsteinfälle hervorbringt, von allen bei diesen vorkommenden Umständen sehr begünstigt zu werden.

Hält man diesen Gedanken fest, so wird man finden, dass er weit leichter mehrere der bei Meteorsteinfällen sich zeigenden Erscheinungen erklärt, als dieses die anderen Hypothesen vermögen; dass die Schwierigkeiten, die sich der Annahme dieser letzteren entgegensetzen, jener Ansicht nicht im Wege stehen, und dass bei derselben die Resultate, welche die chemische Untersuchung der Meteorsteine gewährt hat, unangefochten bleiben.

Das *Plötzliche der Erscheinung* überhaupt, die *momentane Explosion*, das *Licht*, welches der fallende Körper verbreitet, seine *Abkühlung bei der Ankunft auf der Erde* und seine *Festigkeit in diesem Augenblicke*, seine *innere krystallinische Bildung*, die *ungeheuere Ausdehnung der feurigen Masse* während sie sich in grosser Höhe befindet, verglichen mit dem *geringen Volum des aus derselben entstandenen festen Products*, der Umstand, dass der Anfang des Phänomens einige Mal sich als ein *kleines entzündetes Wölkchen*, andere Male als *parallele leuchtende Streifen*, die sich allmälig zu einer *Feuerkugel* zusammengezogen haben, gezeigt hat<sup>2)</sup>; — alle diese Erscheinungen lassen sich weit natürlicher mit

1) S. Gilbert's Annalen, Bd. 75 S. 250.

2) Chladni, Feuermeteore, S. 20.

der Vorstellung vereinigen, daß bei einem Meteorsteinfalle *ein neuer Körper eben gebildet worden ist*, als mit der, daß ein völlig ausgebildeter fester Körper von einem anderen Planeten, oder irgendwo her, nur der Schwerkraft folgend, auf die Erde herabgefallen ist. — Dafs bei grossen chemischen Compositonen und Decompositionen heftige und plötzliche, in Entwicklung von Wärme, Licht u. s. w. bestehende Erscheinungen vorkommen, setze ich als bekannt voraus.

Noch etwas, das ebenfalls mehr auf die neue Bildung einer festen Masse aus Urstoffen, als auf das bloße Auswerfen eines Bruchstückes einer grösseren Felsmasse zu deuten scheint, ist die *Sur einer regelmässigen*, also wohl durch Krystallisation hervorgebrachten *Form* der ganzen Masse, die man an mehreren Meteorsteinen wahr genommen hat <sup>1)</sup>). Wenn gleich die Annäherung ihrer Form zu einer regelmässigen in den wahrgenommenen Fällen nur gering gewesen ist, so ist sie doch nicht ganz abzulugnen, und Beobachtungen dieser Art verdienen allerdings einige Rücksicht.

Eben so deutet dabin die Beschaffenheit der die Meteorsteine umgebenden *schluchigen Rinde*, die das Product eines momentan erfolgten Processes zu seyn scheint <sup>2)</sup>), vielleicht des letzten Acts der grossen Hauptoperation, der auch vielleicht in näherem Zusammenhange mit dem Zerspringen der Masse in mehrere Stücke steht, da alle Bruchflächen mit dieser Rinde überzogen sind.

Selbst die planetarische Geschwindigkeit der Bewegung, die man in dem Laufe der Feuerkugeln und Meteorsteine wahrgenommen hat, stimmt mehr mit dieser Vorstellung überein als mit der von einem bloßen Herabfallen eines festen Körpers, bei welchem eine so grosse Geschwindigkeit nicht bewirkt werden konnte <sup>3)</sup>).

1) Chladni. Feuermeteore, S. 49.

2) Ebendas. S. 52.

3) Siehe Mayer in Voigt's Magazin, Bd. 5 S. 15, auch Bessel, Benzenberg.

Findet man diese Hypothese vielleicht zu gewagt, und zu wenig durch andere bekanntere Phänomene oder durch bekannte physisch-chemische Gesetze begründet, so muß ich freilich gestehen, daß ich sie aus solchen näher zu erweisen nicht vermöge, und mich vorerst nur darauf berufe, daß sie die meisten Mittel zu Erklärung fast aller bei den Meteorsteinfällen vorkommenden Erscheinungen bietet. Ferner mödte ich bitten, folgende That-sachen nicht unbeachtet zu lassen. Planeten von außerordentlicher Verschiedenheit in Ansehung ihres Volums sind vorhanden. Sie müssen einmal entstanden seyn durch einen naturgemäßen Proces. Wir haben keinen Grund die Bildung planetarischer und ähnlicher Körper als geschlossen zu betrachten. Bekannte Erscheinungen am Fixsternhimmel erlauben und begünstigen sogar die Vermuthung, daß noch sehr grose Weltkörper fortduernd gebildet, vielleicht auch aufgelöst werden. *Groß* und *klein* sind Ausdrücke, die man sich in der Naturkunde gar nicht erlauben sollte. Sonne, Jupiter, Uranus und Vesta sind Weltkörper ähnlicher Art. Der Durchmesser der Vesta ist mehr als dreitausend Mal kleiner als der der Sonne; ein Körper, dessen Durchmesser sich zu dem der Vesta verhielte, wie der Durchmesser der Vesta zu dem der Sonne, würde nicht mehr als etwas über vierhundert Fuß Durchmesser haben. Ein Meteorstein daher, dessen Durchmesser zu dem dieses zuletzt angenommenen Körpers im gleichen Verhältnisse stände wie dieser zur Vesta, würde schon zu den Meteormassen der kleinsten Art gehören. Für die auf chemischem Wege hervorgebrachten anorganischen Erzeugnisse der Natur hat diese nur einen Maafsstab der Verhältnisse der Bestandtheile, nicht aber einen Maafsstab für die Massen im Ganzen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe überhaupt, aus denen Weltkörper gebildet werden, unter sich ähnliche oder gleiche sind, weil die Naturgesetze, nach denen die größten Erscheinungen, die am Sternenhimmel

regelmässig erfolgen, so gleichförmig wirken. Es ist um deswillen ebenfalls wahrscheinlich, dass die aus den Urstoffen zusammengesetzten Substanzen, aus denen die Körper der Planeten bestehen, einander sehr ähnlich sind, doch, wie sich von selbst versteht, unbeschadet der dabei herrschenden, und selbst, wie es scheint, überall von der Natur beobachteten Mannigfaltigkeit und Abweichung im Einzelnen, wie wir sie auch in dem übrigens sehr gleichförmig angeordneten festen Gebilde der Erde wahrnehmen.

Wir sehen die untersten uns bekannt gewordenen Theile der Erdrinde aus krystallinischen körnig gemengten Mineralmassen bestehen. Wenn auch der uns bekannte Theil dieser Rinde noch so klein ist, so ist diese Wahrnehmung doch nicht unbedeutend für die Ansichten von der inneren Beschaffenheit des Erdballs. Da auch Alles, was von mineralischen Substanzen durch die Vulkane an die Oberfläche der Erde, und wahrscheinlich zum Theil aus sehr grossen Tiefen herauf gebracht wird, solchen Felsarten angehört zu haben scheint, so darf man wenigstens annehmen, dass dieselben — ohne dass man gerade an ihre Erstreckung bis zum Mittelpunkte der Erde zu glauben braucht — doch einer der wesentlichen und wichtigsten Bestandtheile unseres Planeten sind.

Sind sie dieses der Erde, so können sie, oder wenigstens ähnliche Gebilde, auch wesentliche Bestandtheile anderer Planeten seyn; ja es ist, nach dem von der Gleichförmigkeit der Gesetze und Wirkungen der Natur oben Gesagten, sogar wahrscheinlich, dass körnig krystallinische Mineralgebilde verschiedener Art wesentliche Bestandtheile aller planetarischen Körper sind, dass also bei Bildung dieser Körper aus Urstoffen solche Mineralgemenge entstanden sind, und dass noch jetzt, wenn sich Urstoff zu festen Körpern im Weltraume vereinigt, dieses durch Bildung von körnig krystallinischen Mineralsubstanzen geschieht. Dem Eisen scheint in der Natur eine besonders wichtige Rolle übertragen zu seyn; dass

es einen grossen und wesentlichen Bestandtheil unserer Erde ausmacht, ist Thatsache, und dass es vielleicht im Innern derselben in sehr grossen Massen vorhanden ist, darauf möchte wohl die magnetischen Erscheinungen auf dem Erdballe hindeuten. Es wäre daher wohl möglich, dass, bei der im Weltraume bestehenden Vertheilung des Urstoff, der Stoff, aus welchem Eisen gebildet wird <sup>1)</sup>, sich hie und da in so vorherrschender Menge befände, dass der geheimnißvolle, feste Körper bildende Proceſs, wenn er gerade diese Abtheilungen von Urstoff trifft, Gediegen-Eisenmassen statt gemengter Meteorsteine bildet.

Da die Vertheidiger der lunarischen Hypothese selbst diese mit darauf stützen, dass die meteorischen Massen sich als körnige Felsarten darstellen, und da sie dadurch der Muthmaſung beſtimmen, dass das Material zweier verschiedenen Weltkörper von gleicher oder ziemlich ähnlicher Beschaffenheit seyn könne, was denn auch bei noch mehreren Weltkörpern der Fall seyn kann, vielleicht, wenn auch mit bedeutenden Unterschieden in der mittleren Dichtigkeit der gemengten Hauptmassen, bei allen zu Einem Sonnensystem gehörenden Körpern, — so werden sie auch nicht in Abrede seyn können, dass bei Bildung *neuer* Weltkörper in demselben Systeme ein der Masse der anderen ähnliches Material hervorgebracht werden kann, ja, der Gleichförmigkeit der wirkenden Naturkräfte zufolge, hervorgebracht werden muss.

Ist nun die schaffende Natur in dem Maafsstabe ihrer Hervorbringungen nicht beschränkt, so wird sie aus dem im Weltraume ohne Zweifel unerschöpflich vorhandenen, durch Zersetzung stets erneuerten Urstoffe fortdauernd Körper von allen Größen hervorbringen. Vielleicht dass im Innern einzelner Sonnensysteme nur kleinere Körper, Nebenplaneten, umlaufende Stückchen, Sternschnuppen und Meteorsteine gebildet werden. Vielleicht dass nur

1) Aber Eisen gehört ja zu unseren *einfachen* Stoffen. — Ja zu *unseren*.

in den gröfseren Räumen zwischen mehreren Sonnensystemen die Bildung gröfserer und ganz grosfer Weltkörper vor sich geht, deren Ergebnisse wir nur in ungeheueren Fernen dann und wann in der Gestalt neuer Sterne wahrnehmen.

Ich nannte die *Sternschnuppen*. Viele von den Erscheinungen, die wir mit diesem allgemeinen Namen bezeichnen, und die wohl nicht sämmtlich Ein und dasselbe Phänomen sind<sup>1)</sup>, so wie die kleinen beweglichen Lichtpunkte, die zuweilen nur durch Fernröhre gesehen worden sind, können theils solche neugebildete, theils auch wohl Auswürflinge und überhaupt Bildungen seyn, die nicht bis zur Erde gelangen.

Doch mit diesen Muthmassungen wage ich mich vielleicht über ein erlaubtes Ziel hinaus.

Nur das Hauptergebnis der vorstehenden Betrachtungen, und die Ansicht, die ich mir aus denselben gebildet habe, fasse ich noch einmal kurz zusammen.

Die Hypothese vom Ursprunge der Meteorsteine *innerhalb* und unter *alleiniger* Einwirkung der *Erdatmosphäre* und der nur in dieser enthaltenen Stoffe scheint mir nicht genügend. Aber: ob nicht die Erdatmosphäre doch einen Anteil an der Bildung dieser Körper hat? — Ob nicht das Auffinden fester Stoffe im Regen, also in der Atmosphäre, eine Verbindung durch diese Stoffe zwischen der Erde, dem Luftkreis und dem Weltraume bezeugt, die eine Wechselwirkung von Erscheinungen bis in grosse Höhen hinauf zuläßt? — Diese Fragen möchte ich doch nicht geradezu verneinen.

Die Hypothese von dem Ursprunge der Meteormassen *aus dem Monde* kann ich zu Erklärung *aller* sich bei dem Herabfallen derselben ereignenden Erscheinungen nicht für ausreichend halten.

1) Schon Olbers äußert die Meinung, dass die Sternschnuppen unter sich wesentlich verschieden seyn mögen. S. v. Zach monatliche Corresp. Bd. 7 S. 159.

Vielmehr halte ich, nach den bis jetzt vorliegenden Wahrnehmungen, nur die Hypothese für einigermaßen genügend die meisten dieser Erscheinungen gut oder ziemlich gut zu erklären, nach welcher die Meteormassen nicht ursprünglich feste und nur von ihrer Lagerstätte losgerissene und weggeschleuderte Bruchstücke sind, sondern Körper, die in dem Augenblicke der meteorischen Erscheinungen, des Lichtes und der Explosion, durch einen grossen physisch-chemischen Proces aus lockeren, vielleicht gasförmigen Stoffen neu gebildet und fest werden, und, wenn dieser für unsere Kenntnisse allerdings noch rätselhafte Proces in dem Bereiche der Anziehung der Erde erfolgt, auf diese herabfallen.

---

Zum Schlusse kann ich mir nicht versagen, noch einige Bemerkungen hinzuzufügen über die von Berzelius seinem Aufsatze vorausgeschickte kurze historische Notiz von den Ansichten, die zu verschiedenen Zeiten über das Phänomen der Meteorsteinfälle geherrscht haben.

B. sagt: »Erst seit Anfang dieses Jahrhunderts hat man es als wissenschaftlich bewiesen angesehen, dass von Zeit zu Zeit grössere und kleinere Steinmassen auf die Erde herabfallen u. s. w.« Dieses ist vollkommen gegründet, aber er fährt fort: »Die sichere Kenntniß, welche wir gegenwärtig zu besitzen glauben, ward begründet durch einen am 13. December 1795 in England zu Woodcottage in Yorkshire sich ereigneten und gehörig beglaubigten Meteorsteinfall. Howard, der einige Jahre darauf eine Untersuchung dieser und mehrerer anderer angeblich vom Himmel gefallenen Steine vornahm, fand sie im Ansehen und in der Zusammensetzung übereinstimmend, dagegen bestimmt verschieden von den Mineralien irdischer Abkunft.« Ferner: »Howard theilte seine Untersuchung im J. 1802 der Königl. Gesellschaft

»in London mit. Sie erregte allgemeine Aufmerksamkeit  
»u. s. w.«

Auch dieses ist wenigstens im Wesentlichen richtig. Dagegen hat B. folgende, zur früheren Geschichte der Ideen über Meteorsteinfälle gehörende Thatsachen mit Stillschweigen übergangen.

Im Jahre 1794, in der Leipziger Ostermesse, — also in einer Zeit, in welcher dieses grosse Phänomen Niemandes Aufmerksamkeit erregte, Vielen wohl ganz unbekannt war, und von denen, die Kenntniß von Nachrichten über dasselbe hatten, als Fabel oder Ausgeburt des Aberglaubens betrachtet wurde, — in diesem Zeitpunkte also erschien von Chladni die bekannte kleine Schrift: Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderen ihr ähnlichen Eisenmassen u. s. w.

In dieser Schrift suchte Chladni zu zeigen, daß steinige Massen aus der Luft fallen könnten, und daß die bekannte Erscheinung der Feuerkugeln einerlei mit solchen Steinfällen sey. Er führte viele von den bis dahin für fabelhaft gehaltenen Nachrichten von solchen Steinfällen an, deren Producte noch in bekannten Sammlungen aufbewahrt werden, und erklärte die Pallasiische Eisenmasse für ein solches Product, zu welchem sie auch die unter den Bewohnern des Ural herrschende Tradition schon gemacht hatte. Unter den von Chladni angeführten Beispielen, bei denen die Zeit des Herabfallens der Massen bekannt war und die Producte noch vorhanden, waren die merkwürdigsten der Meteorsteinfall im Eichstädtischen und der von Agram, die neuesten aber der von Alboreto vom Jahre 1766, und der von Luzé vom 13. September 1768.

Damals hatte noch kein anderer Physiker dieser Erscheinung Aufmerksamkeit gewidmet, und kein neuerer Fall konnte Chladni darauf geleitet haben, da sich keiner ereignet hatte. Dieser ausgezeichnete, mit allen dazu erforderlichen Kenntnissen ausgerüstete Kopf combinirte

*zuerst* die vorhandenen Wahrnehmungen zu einer ganz neuen, sich bald als wohl begründet darthuenden Ansicht, und deutete schon in jener ersten Schrift die Grundzüge der darüber aufzustellenden Hypothese an, der er in der Folge treu geblieben ist.

Erst etliche Monate nach dem öffentlichen Erscheinen der Schrift von Chladni, am 16. Junius 1794, ereignete sich der Steinfall bei *Siena*, und erst im folgenden Jahre, 1795 am 13. December, der zu *Woodcottage* in *Yorkshire*. Erst durch Chladni's Schrift, und durch diese beiden, lange Zeit nach der Herausgabe derselben erfolgten Erscheinungen wurden die Untersuchungen der Engländer über die Meteorsteinfälle angeregt. Nicht aber Howard, sondern King war der erste, der sich den Untersuchungen darüber widmete. Er gab einen Auszug von Chladni's Schrift, und vermehrte das von diesen gegebene Verzeichniß der Nachrichten von Steinfällen<sup>1)</sup>). Howard trat mit seinen Untersuchungen erst auf, nachdem der grosse Steinfall zu *Benares* in *Vorder-Indien* sich am 8. März 1798 ereignet hatte.

1) Ed. King, *Remarks concerning stones said to have fallen from the clouds in these days and in the ancient times.* London 1796.

---

### Berichtigungen

zum Aufsatz des Hrn. Verfassers im Bd. XXXIV d. Annal.

S. 359 Z. 18 statt Steinmassen lies: Eisenmassen

S. 363 Z. 24 statt entschieden lies: entscheidend

---

## II. Ueber Höhenbestimmungen durch das Barometer; von F. W. Bessel<sup>1)</sup>.

---

Die Anwendung des Barometers zur Messung des Höhenunterschiedes zweier Punkte, beruhet auf der Voraussetzung des Gleichgewichtes der Atmosphäre; sie würde nichts zu wünschen übrig lassen, wenn diese Voraussetzung mit vollem Rechte gemacht werden könnte. Dann könnte als wahr angenommen werden, dass die Höhe des Quecksilbers im Barometer dem Gewichte der über denselben befindlichen Luftsäule proportional wäre, während dieses nicht angenommen werden kann, wenn diese Luftsäule, oder ein Theil derselben, eine dem Horizonte nicht parallele Bewegung hat. Auch würden Schichten der Atmosphäre von gleicher Dichtigkeit horizontal seyn, und man würde die Messung des Höhenunterschiedes zweier Punkte mit voller Sicherheit erhalten, diese Punkte möchten beide in einer Lotlinie, oder in kleinerer oder grösserer Entfernung von einander liegen. Bei dem Zustande der Atmosphäre, so wie er wirklich ist, ist nicht mit Sicherheit darauf zu rechnen, dass das Barometer das genaue Maass des Gewichtes der über demselben befindlichen Luftsäule angebe; noch viel weniger aber kann auf die Horizontalität der Luftsichten von gleicher Dichtigkeit gerechnet werden. Die Störungen dieser Horizontalität sind oft so gross und anhaltend, dass der aus den Beobachtungen eines ganzen Monats abgeleitete mittlere Unterschied der Barometerhöhen zweier, 30 oder 40 Meilen von einander entfernten Punkte, mehr als eine

1) Wir erlauben uns diesen schätzbaren Aufsatz aus den *Astronomischen Nachrichten* (No. 279) zu entlehnen, in der Hoffnung, ihn dadurch unter die zahlreichen Freunde der Hypsometrie mehr zu verbreiten.

Pariser Linie von der Wahrheit abweichen kann, wie unter anderen aus den sorgfältigen Beobachtungen dieser Art hervorgeht, welche die Astronomischen Nachrichten früher von Altona und von Apenrade mitzutheilen pflegten. Obgleich also das Barometer in keinem Falle eine völlig sichere Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Punkte geben kann, so wächst doch die Unsicherheit mit der Entfernung der mit einander zu vergleichenden Punkte so sehr, daß der Fall, in welchem sie in einer Lothlinie liegen, als der bei weitem vortheilhaftere angesehen werden muß.

Will man durch das Barometer den Höhenunterschied zweier Punkte mit mehr als roher Annäherung an die Wahrheit bestimmen, so muß man sich entweder auf Punkte beschränken, welche in geringen Entfernungen von einander liegen, oder man muß die Beobachtungen lange fortsetzen, um das Mittel der verschiedenen, dabei vorkommenden Zustände der Atmosphäre, mit einem Grunde, als den Zustand des Gleichgewichtes ansehen zu können. Hierdurch wird die Bestimmung der Höhen sehr vieler Punkte eines Landes von einigermaßen beträchtlicher Ausdehnung sehr schwierig: wenn man auch nicht jeden derselben durch lange fortgesetzte Vergleichungen mit dem Punkte von bekannter Höhe, der den übrigen zur Grundlage dienen soll, bestimmen will, so ist doch wenigstens erforderlich, daß eine beträchtliche Zahl, etwa gleichmäßig im Lande vertheilter Punkte auf diese Art bestimmt und dann zur Vergleichung mit den übrigen benutzt werde. Dieses erfordert entweder die gleichzeitige Beschäftigung vieler Beobachter, oder eine lange Zeit, wenn wenige es leisten sollen.

Vor einigen Jahren wurde der Vorschlag gemacht, die Höhen der ausgezeichneten Punkte in dem diesseits der Weichsel liegenden Theile von Preusen zu bestimmen; man wollte die Höhen der Hügelreihen, der horizontalen Ebenen, der Landseen, das Gefälle der Flüsse

und die Tiefen der Thäler kennen lernen. Da vorherzusehen war, daß die gewöhnliche Anwendungsart des Barometers, welche in der Vergleichung weniger Beobachtungen an den zu bestimmenden Punkten, mit fortlaufenden an einem festen Punkte besteht, keinen nutzbaren Erfolg herbeigeführt haben würde, so bemühte ich mich, eine andere Anwendungsart aufzufinden, welche schon durch einige Besuche jedes zu bestimmenden Punktes ein sicheres Resultat liefern sollte. Obgleich der Vorschlag später zurückgenommen wurde, ich also nicht in den Stand gekommen bin, den Erfolg der Methode, welche ich angewandt zu sehen wünschte, kennen zu lernen, so zweifle ich doch nicht an ihrem Gelingen in ähnlichen Fällen, und theile sie daher hier mit. Sie geht darauf aus, die Störungen des Gleichgewichtes der Atmosphäre unschädlicher zu machen, auch den beständigen Unterschieden der zu den Beobachtungen angewandten Barometer keinen Einfluß auf die Resultate einzuräumen.

Das erstere glaube ich durch eine zweckmäßige Combination der Beobachtungen erlangen zu können, welche anhaltend an Barometern gemacht werden, welche an *mehreren* Punkten des Umfanges des Landes, in dessen Inneren die Höhen bestimmt werden sollen, aufgestellt sind; das andere wird durch fortgesetzte Vergleichungen des tragbaren Barometers mit jenen, ihren Ort nicht verändernden, hervorgebracht. Diese letzteren geben nämlich, indem sie den Druck der Atmosphäre an *mehreren* Punkten bestimmen, das Mittel, ihn für Punkte im Inneren, durch eine Interpolation kennen zu lernen, durch deren Anwendung der Einfluß einer Störung des Gleichgewichtes, wie ich glaube, fast ganz vernichtet werden kann. Die folgende Entwicklung dieser Ansicht der Sache, wird sie weiter erläutern.

## I.

Der zu einer gegebenen Zeit stattfindende Druck der Atmosphäre auf einen Punkt einer horizontalen Oberfläche ist von dem Orte des Punktes auf dieser Oberfläche abhängig; dieselbe Abhängigkeit findet auch bei der Wärme einer horizontalen Luftschicht statt, so wie auch bei jeder, auf den Stand der meteorologischen Instrumente, oder auf daraus zu ziehende Resultate wirkenden Störung des Gleichgewichtes der Atmosphäre. Indem man diese Abhängigkeit verfolgt, kann man den Einfluss der Störungen des Gleichgewichts auf die gesuchte Höhe eines Punktes über der Meeresfläche dadurch aus der Rechnung schaffen, dass man die daselbst beobachteten Stände des Barometers und Thermometers nicht mit Einer an Einem anderen Punkte gemachten ähnlichen Beobachtung, sondern mit Beobachtungen an mehreren, den ersten umgebenden Punkten vergleicht. Denn aus diesen Beobachtungen kann man durch Interpolation folgern, was die meteorologischen Instrumente an einem bestimmten Punkte der Lothlinie des Punktes von unbekannter Höhe angegeben haben würden, wenn man sie daselbst beobachtet hätte; die Vergleichung dieser reducirten Beobachtung mit der an dem zu bestimmenden Punkte wirklich gemachten ergiebt dann seine Höhe über der Meeresfläche. Man erlangt hierdurch die Zurückführung des nachtheiligen Falles auf den vortheilhafteren, nämlich auf den Fall des senkrechten Uebereinanderliegens zweier zu vergleichender Punkte. Ich werde jetzt die anzuwendende Art der Interpolation aufsuchen.

Einen Punkt auf einer horizontalen Fläche, deren Erhöhung über der Meeresfläche ich durch  $z$  bezeichnen werde, werde ich durch die horizontalen, auf der Meeresfläche liegenden Coordinaten  $x$  und  $y$  (etwa Entfernung von dem Meridiane und dem Perpendikel auf den Meridian eines gegebenen Punktes) angeben. Eine von

dem Orte des Punktes auf der horizontalen Fläche abhängige Größe  $u$  kann dann unter die Form:

$u = A + Bx + Cy + Dx^2 + Exy + Fy^2 + \text{etc.} \dots \quad (1)$

gebracht werden. Der Werth von  $u$  ist bestimmt, wenn die Coëfficienten  $A, B, C \dots$  bekannt sind; es versteht sich jedoch, dass dieser Ausdruck, falls er nicht aus einer endlichen Anzahl von Gliedern besteht, nur für Werthe von  $x$  und  $y$  angewandt werden kann, welche nicht außer den Gränzen seiner Convergenz liegen. In sofern die Theorie der Grösse  $u$  nicht als bekannt angesehen werden kann, kann über die Ausdehnung dieser Gränzen nichts bestimmt werden; allein es leuchtet ein, dass der Ausdruck, falls  $u$  wirklich eine stetige Function von  $x$  und  $y$  ist, immer innerhalb gewisser Gränzen convergiert, und dass man ihn selbst auf seine Glieder der ersten Ordnung beschränken kann, wenn man nur  $x$  und  $y$  so klein annimmt, dass die höheren Ordnungen keinen merklichen Einfluss mehr erhalten. Ich werde annehmen, dass diese Bedingung wirklich erfüllt werde, und also:

$$u = A + Bx + Cy \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

setzen. Bis zu welcher Gränze diese Abkürzung statthaft ist, hängt von der Natur der Function  $u$  ab; wenn diese unbekannt ist, so können nur gemachte Beobachtungen der Werthe von  $u$ , für verschiedene Werthe von  $x$  und  $y$ , zeigen, ob diese die Gränze der Anwendbarkeit der Abkürzung überschreiten oder nicht.

Wenn man den Ausdruck von  $u$  auf seine drei ersten Glieder beschränkt, so reichen drei (an nicht in gerader Linie liegenden Punkten gemachte) Beobachtungen des Werthes von  $u$  zu seiner Bestimmung hin; mehrere Beobachtungen können benutzt werden der Bestimmung von  $A$ ,  $B$ ,  $C$  grössere Sicherheit zu geben. Will man auch die Glieder der zweiten Ordnung berücksichtigen, so sind sechs Beobachtungen erforderlich, welche aber, wenn ihre Fehler die Bestimmung der Coefficienten nicht

beträchtlich entstellen sollen, entweder sehr genau seyn, oder zu gröfseren Werthen von  $x$  und  $y$  gehören müssen; für solche Werthe von  $x$  und  $y$  würde aber der Zweifel über die Gröfse des Einflusses der Glieder der dritten und folgenden Ordnungen eine neue Unsicherheit erzeugen. Ich bin daher der Meinung, dass man den Ausdruck auf die Glieder der ersten Ordnung beschränken, und wo man mit diesen nicht ausreicht, auf seine Anwendung ganz Verzicht leisten müsse. Durch diese Beschränkung wird auch die Schwierigkeit, die zur Bestimmung von  $u$  nötige Anzahl von Beobachtungen herbeizuschaffen, so viel wie möglich verkleinert.

Indem nun  $u$  die Entfernung des durch  $x$  und  $y$  bestimmten Punktes einer Ebene von einer anderen Ebene wird, läuft die Voraussetzung des Ausdrückes (2) darauf hinaus, die Gröfse  $u$ , aus deren beobachteten Werthen auf andere geschlossen werden soll, als durch eine gegen den Horizont geneigte Ebene begränzt anzunehmen. Wenn man, wie bisher, nur die Beobachtung Einer Barometerhöhe zur Vergleichung mit einer anderen anwendet, so sieht man  $u$  als unveränderlich =  $A$ , oder Luftsichten von gleicher Dichtigkeit als horizontal an; wenn man dagegen meine Ansicht verfolgt, also wenigstens drei Beobachtungen zur Vergleichung anwendet, so leistet man dadurch auf die Annahme dér Horizontalität dieser Schichten Verzicht. Durch diese Bemerkung wird anschaulich, von welcher Art der Gewinn ist, den ich herbeizuführen beabsichtige.

Ich werde mich nicht auf drei Vergleichungspunkte beschränken, sondern eine willkührlich gröfsere Zahl derselben ( $=n$ ) annehmen, und die ihnen zugehörigen Werthe von  $x$  und  $y$  durch  $a'$ ,  $b'$ ;  $a''$ ,  $b''$ ; ...  $a^{(n)}$ ,  $b^{(n)}$ ; so wie die beobachteten Werthe von  $u$  durch  $m'$ ,  $m''$ , ...  $m^{(n)}$  bezeichnen. Man hat also  $A$ ,  $B$ ,  $C$  so zu bestimmen, dass die Summe der Quadrate der Gröfsen:

m'

$$\begin{aligned}m' &= A - Ba' - Cb' \\m'' &= A - Ba'' - Cb'' \\&\vdots \\m^{(n)} &= A - Ba^{(n)} - Cb^{(n)}\end{aligned}$$

ein Minimum wird. Aus dieser Bedingung folgen die Gleichungen:

$$\begin{aligned}(m) &= n \quad A + (a) B + (b) C \\(am) &= (a) A + (aa) B + (ab) C \\(bm) &= (b) A + (ab) B + (bb) C\end{aligned}$$

welche man aber vereinfachen kann, wenn man  $(a)=0$  und  $(b)=0$  setzt, oder den Mittelpunkt der Coordinaten in den Schwerpunkt sämmtlicher Beobachtungspunkte verlegt. Sie verwandeln sich dann in:

$$\begin{aligned}(m) &= n \quad A \\(am) &= (aa) B + (ab) C \\(bm) &= (ab) B + (bb) C\end{aligned}$$

und ergeben:

$$\begin{aligned}A &= \frac{1}{n}(m) \\B &= \frac{(ab)(bm) - (bb)(am)}{(aa)(bb) - (ab)^2} \\C &= \frac{(aa)(bm) - (ab)(am)}{(aa)(bb) - (ab)^2}\end{aligned}$$

also auch:

$$u = \frac{1}{n}(m) + x \left. \frac{(ab)(bm) - (bb)(am)}{(aa)(bb) - (ab)^2} \right\} \dots \dots (3)$$

$$+ y \left. \frac{(aa)(bm) - (ab)(am)}{(aa)(bb) - (ab)^2} \right\}$$

Wenn die Punkte, an welchen die zur Bestimmung von  $u$  anzuwendenden Beobachtungen gemacht werden, immer dieselben bleiben, so kann man diese Formel noch bequemer für die Rechnung einrichten. Sie kann:

$$\begin{aligned}u &= \frac{1}{n} + (m) \frac{m'}{N} \left\{ [(aa)b' - (ab)a']y - [(bb)a' - (ab)b']x \right. \\&\quad \left. + \frac{m''}{N} \left\{ [(aa)b'' - (ab)a'']y - [(bb)a'' - (ab)b'']x \right\} \right\} \\&\quad + \text{etc.}\end{aligned}$$

geschrieben werden, wo  $N$  den Nenner der Ausdrücke von  $B$  und  $C$  bedeutet. Führt man nun statt  $x$  und  $y$  die Entfernung  $r$  des Mittelpunkts der Coordinaten von dem Punkte, für welchen man den Werth von  $u$  kennen lernen will, und das Azimuth des letzteren =  $A$ , in die Rechnung ein, so daß

$$x = r \sin A, \quad y = r \cos A$$

ist, und setzt man ferner:

$$(aa)b' - (ab)a' = \frac{N}{r'} \sin A'$$

$$(bb)a' - (ab)b' = \frac{N}{r'} \cos A'$$

$$(aa)b'' - (ab)a'' = \frac{N}{r''} \sin A''$$

$$(bb)a'' - (ab)b'' = \frac{N}{r''} \cos A''$$

u. s. w.,

so verwandelt (3) sich in:

$$u = \frac{1}{n}(m) + m' \frac{r}{r'} \sin(A' - A) + m'' \frac{r}{r''} \sin(A'' - A) + \text{etc. . .}$$

wofür ich abgekürzt:

$$u = \frac{1}{n}(m) + p'm' + p''m'' + \dots + p^{(n)}m^{(n)} \dots (4)$$

schreiben werde. Die Werthe von  $A'$ ,  $A''$  . . .  $A^{(n)}$  und  $r'$ ,  $r''$  . . .  $r^{(n)}$  sind bei allen Anwendungen dieser Formel dieselben, und können also ein für allemal berechnet werden. Da die getroffene Wahl des Mittelpunkts der Coordinaten zur Folge hat, daß

$$\frac{1}{r'} \sin(A' - A) + \frac{1}{r''} \sin(A'' - A) + \text{etc. . .}$$

für jeden Werth von  $A$  verschwindet, so können auch  $m'$ ,  $m''$  . . .  $m^{(n)}$  um eine willkürliche Grösse verändert werden, ohne daß

$$p'm' + p''m'' + \dots + p^{(n)}m^{(n)}$$

dadurch verändert wird; man kann also, wenn  $m'$ ,  $m''$  . . .  $m^{(n)}$  grösser, zur Rechnung nicht bequeme Zahlen sind, statt

ihrer die kleineren Reste anwenden, welche sie nach der Subtraction einer willkürlichen Zahl übrig lassen.

Dass die Punkte, an welchen die zur Bestimmung von  $u$  führenden Beobachtungen gemacht werden, mit Rücksicht auf die Sicherheit dieser Bestimmung zu wählen sind, darf ich kaum erwähnen: so viel die Umstände erlauben, muss man dahin sehen, dass sie gleichförmig um den Raum vertheilt sind, in welchem die Höhen bestimmt werden sollen. Sollte man ihn für zu gross halten, so würde man ihn in Theile zerlegen können.

## 2.

Ich werde nun annehmen, dass an verschiedenen Punkten des Umfanges eines Landes, in dessen Innerem man viele Höhen durch das Barometer bestimmen will, gleichzeitige Barometer- und Thermometer-Beobachtungen gemacht werden. Für alle diese Punkte nehme ich  $x$  und  $y$ , so wie auch ihre Höhe  $z$  über der Meeresfläche als bekannt an. Für einen derselben bezeichne ich die Coordinaten  $\dot{x}$  und  $\dot{y}$  durch  $a'$  und  $b'$ , die Höhe  $z$  durch  $c'$ , die auf eine bestimmte Temperatur des Quecksilbers bezogene Höhe des Barometers durch  $\beta'$ , die Temperatur der Luft, in Graden der Centesimalscale ausgedrückt, durch  $t'$ , für den zweiten Punkt erhalten dieselben Buchstaben zwei Striche, für den dritten drei u. s. w. Für den Punkt, dessen Höhe zu bestimmen ist, werde ich die Zeichen  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $\beta$ ,  $t$  anwenden.

Die erste Anwendung, welche ich von der Formel (4) machen werde, soll in der Bestimmung der Temperatur  $T$  bestehen, welche in der Lothlinie des Punktes, dessen Höhe gesucht wird, in einer Höhe  $Z$  über der Meeresfläche stattfindet. Bezeichnet man die Aenderung der Temperatur für jede Toise der Aenderung der Höhe durch  $k$ , so hat man die Temperatur in der Höhe  $Z$ , in den Lothlinien der verschiedenen Vergleichungspunkte:

$$t' + k(c' - Z)$$

$$t'' + k(c'' - Z)$$

$$t''' + k(c''' - Z)$$

u. s. w.

Diese Temperaturen sollten, damit die Atmosphäre im Gleichgewichte seyn könnte, entweder gleich, oder wenigstens doch nur von der Polhöhe jedes der Punkte abhängig seyn; in der Wirklichkeit ist aber hierauf nicht zu rechnen, und man kann aus denselben nur auf  $T$  schließen, indem man die im vorigen Paragraph erläuterte Interpolation darauf anwendet. Setz man demnach diese Ausdrücke der Temperaturen statt  $m', m'' \dots m^{(n)}$  in die Formel (4), so erhält man:

$$T = \frac{1}{n}(t) + p't' + p''t'' + \dots + p^{(n)}t^{(n)} \\ + k \left\{ \frac{1}{n}(c) + p'c' + p''c'' + \dots + p^{(n)}c^{(n)} - Z \right\}$$

Dieser Ausdruck wird unabhängig von  $k$ , wenn man die bis jetzt willkürlich gelassene Höhe über der Meeresfläche:

$$Z = \frac{1}{n}(c) + p'c' + p''c'' + \dots + p^{(n)}c^{(n)} \dots (5)$$

annimmt; man erhält dadurch:

$$T = \frac{1}{n}(t) + p't' + p''t'' + \dots + p^{(n)}t^{(n)} \dots (6)$$

welche Formeln also das angeben, was man für die Temperatur eines Punktes in der Lothlinie des zu bestimmenden Punktes, aus den an den Vergleichungspunkten gemachten Beobachtungen folgern kann.

Man kann nun die an den Vergleichungspunkten beobachteten Barometerhöhen auf die Höhe  $Z$  über der Meeresfläche reduciren, indem man die daselbst stattfindende Temperatur  $= T$  annimmt. Wenn man der Theorie und den Angaben im IV. Theile der *Mécanique Céleste* folgen will, und die auf  $Z$  reducirten, an den einzelnen Vergleichungspunkten beobachteten Barometerhö-

hen durch  $B'$ ,  $B'' \dots B^{(n)}$  bezeichnet, so hat man für den ersten dieser Punkte:

$$\log \left\{ \frac{B' (a+c')^2}{\beta' (a+Z)} \right\} = \frac{(g)}{Kl} \cdot \frac{c'-Z}{1 + \frac{c'+Z}{2a}} \cdot \frac{500}{500+t'+T}$$

in welcher Formel  $a=3266331$  Toisen, und wenn man unter dem Logarithmen den Brigg'schen versteht und die Polhöhe durch  $\varphi'$  bezeichnet

$$\frac{(g)}{Kl} = \frac{1 + 0,002845 \cos 2\varphi'}{9407,73}$$

ist, durch die Annahme dieser Zahlen werden  $c'$  und  $Z$  in Toisen ausgedrückt angenommen. Indem man

$$\log \left\{ \frac{a+c'}{a+Z} \right\}^2 = (c'-Z) \frac{0,86858896}{3266331}$$

setzt, folgt aus dieser Formel:

$$\begin{aligned} \log B' &= \log \beta' + (c'-Z) \\ \left\{ \frac{1 + 0,002845 \cos 2\varphi'}{9407,73 \cdot \left( 1 + \frac{c'+Z}{2a} \right)} \cdot \frac{500}{500+t'+T} - \frac{1}{3760503} \right\} \dots (7) \end{aligned}$$

Für die übrigen Vergleichungspunkte sind die ihnen zukommenden Bezeichnungen statt der sich hier auf den ersten derselben beziehenden zu schreiben. Indem rechts von dem Gleichheitszeichen nur bekannte Größen vorkommen, kann man die Werthe von

$$\log B', \log B'' \dots \log B^{(n)}$$

berechnen. Sie würden sämtlich übereinstimmen, wenn der Druck der Atmosphäre auf die in der Höhe  $Z$  über der Meeresfläche befindliche horizontale Fläche, an allen Vergleichungspunkten gleich groß wäre. Die wirklich sich zeigenden Unterschiede, welche aus vorhandenen Störungen des Gleichgewichtes der Atmosphäre entstehen, werden durch die Anwendung der Formel (4) auf diese Werthe möglichst unschädlich gemacht. Man erhält dadurch die Barometerhöhe  $B$  in der Lothlinie des zu bestimmenden Punktes und in der Höhe  $Z$  über der Meeresfläche, nämlich:

$$\log B = \frac{1}{n}(\log B) + p' \log B' + p'' \log B'' + \dots + p^{(n)} \log B^{(n)} \dots (8)$$

Indem aber

$$\frac{1}{n}(c) + p' c' + p'' c'' + \dots + p^{(n)} c^{(n)} = Z$$

$$p' + p'' + \dots + p^{(n)} = 0$$

ist, so verschwindet das letzte kleine Glied der Formel (7) aus dem Ausdrucke von  $\log B$ ; man kann dieses Glied also bei der Berechnung von  $\log B'$ ,  $\log B'' \dots \log B^{(n)}$  weglassen.

Es ist nun noch nöthig, aus der Vergleichung der gefundenen Werthe von  $B$ ,  $T$ ,  $Z$  mit den an dem zu bestimmenden Punkte beobachteten  $\beta$  und  $t$ , die Höhe dieses Punktes  $z$  abzuleiten. Diēses geschieht durch die Umkehrung der Formel (7), in welcher in dem jetzigen Falle  $B$ ,  $\beta$ ,  $z$ ,  $t$  statt  $B'$ ,  $\beta'$ ,  $c'$ ,  $t'$  geschrieben werden. Man erhält dadurch:

$$z - Z = \frac{9407,73 \log \frac{B}{\beta} \cdot \left\{ 1 + \frac{z+Z}{2a} \right\} V}{1 + 0,002845 \cos 2\varphi} \dots \dots \dots (9)$$

wo  $V$  für

$$\frac{500 + t + T}{500 - \frac{9407,73}{7360503} (500 + t + T) \frac{1 + \frac{z+Z}{2a}}{1 + 0,002845 \cos 2\varphi}}$$

geschrieben ist, allein ohne merklichen Fehler, mit dem allein von  $t + T$  abhängigen Factor:

$$\frac{500 + t + T}{498,74943 - \frac{t + T}{3997,3}}$$

vertauscht werden kann. Dafs man nicht nur diesen Factor in eine Tafel bringen, sondern auch die übrigen erforderlichen Rechnungen durch zweckmäfsig eingerichtete Tafeln erleichtern, oder auch schon vorhandene anwenden wird, darf hier nicht weiter ausgeführt werden.

Durch das Vorhergeheade ist die beabsichtigte Elimination der Störungen des Gleichgewichts der Atmosphäre, in so weit ich sie für ausführbar halte, erlangt worden. Die Höhen  $c'$ ,  $c''$ ,  $c''' \dots$  der Vergleichungspunkte über der Meeresfläche sind aber als bekannt angenommen worden, und es bleibt mir noch übrig, anzugeben, auf welche Art ich sie gefunden zu sehn wünsche. Wenn die Höhen der zu bestimmenden Punkte nicht von der Höhe eines der Vergleichungspunkte, sondern von der Meeresfläche an gezählt werden sollen, so muß offenbar wenigstens eine der Höhen  $c'$ ,  $c'' \dots c^{(n)}$  anderweitig bekannt geworden seyn.

Ich denke mir Barometer und Thermometer an allen zu Vergleichungspunkten ausersehnen Punkten aufgestellt und daselbst befindliche Beobachter angewiesen, die Angaben derselben zu bestimmten Zeiten, etwa drei Mal täglich, anzuschreiben. Aufser diesen Beobachtern muß noch einer vorhanden seyn, welcher, mit einem tragbaren Barometer und einem Thermometer versehen, sowohl die zu bestimmenden Punkte als auch die Vergleichungspunkte besucht. Er findet sich zuerst an dem Vergleichungspunkte I ein, vergleicht seine Instrumente einen Tag lang mit den daselbst aufgestellten, und geht dann nach dem Vergleichungspunkte II, den er aber nicht auf geradem Wege, sondern auf einem Umwege erreicht, welcher über alle dejenigen der zu bestimmenden Punkte führt, welche nicht gar zu weit aus der Richtung I bis II liegen; an jedem derselben verweilt er einen Tag, um seine Instrumente zu den Zeiten zu beobachten, zu welchen auf den Vergleichungspunkten beobachtet wird. Am Punkte II verweilt er einen Tag, um die Instrumente zu vergleichen; dann geht er, auf dieselbe Art wie er von I nach II gelangt ist, d. h. durch Umwege, von II nach III; nach der dortigen Vergleichung, von III nach IV u. s. w., bis er alle zu bestimmende Punkte berührt hat

und wieder in I ankommt. Die hier auf's Neue vorzunehmende Vergleichung der Instrumente muß von dem unveränderten Zustande derselben während der Reise überzeugen. Eine Wiederholung dieser Reise muß das durch die erste Gefundene bestätigen, auch durch den Erfolg zeigen, ob die Vergleichungspunkte vielleicht zu weit von einander liegen, um, trotz der Interpolation, nicht noch merkliche Unsicherheiten übrig zu lassen. Wenn man dieses wegen zu großer Ausdehnung des Landes fürchtete, so würde es der Vorsicht angeimessen seyn, einen der Vergleichungspunkte in das Innere des Landes zu verlegen, so daß die Interpolation auf weniger entfernte Beobachtungspunkte gegründet werden könnte.

Indem man durch den wiederholten Besuch aller Vergleichungspunkte und durch die Vergleichung der an denselben befindlichen Instrumente mit den Instrumenten des Reisenden ein sicheres Mittel erhält, die beständigen Unterschiede aller angewandten Instrumente zu erkennen, so kann man diese Unterschiede völlig aus der Rechnung schaffen, also die beobachteten Zahlen auf die zurückführen, welche man mit einem und demselben Apparate an allen Punkten erhalten haken würde. In Beziehung auf das Thermometer sind jedoch bekanntlich sichere Mittel vorhanden es, durch Anwendung einer Verbesserungstafel, absolut richtig zu machen, so daß es sich eigentlich nur um die Vergleichung der Barometer handelt.

Die auf diese Art berichtigten Beobachtungen werden die Unterschiede der Höhen  $c', c'' \dots c^{(n)}$  geben, wenn sie lange genug fortgesetzt sind, um die Annahme der Verschwindung des Einflusses der Störungen aus ihrem mittleren Resultate zu rechtfertigen. Wie lange die Fortsetzung gemacht werden muß, um zu dieser Annahme zu berechtigen, kann im Allgemeinen nicht angegeben werden; ihre Dauer hängt von den Entfernung und auch von der Beschaffenheit des Landes ab, denn es ist

leicht zu übersehen, dass die Annäherung an einen mittleren Zustand in einem nicht sehr unebenen Lande früher eintreten wird, als in einem mit hohen Bergen bedeckten, welche selbst fortwährende Störungen des Gleichgewichtes erzeugen. Ich glaube aber, dass in Fällen, in welchen die Anwendung der hier mitgetheilten Methode wirklich versucht werden möchte, eine Fortsetzung der Beobachtungen an den Vergleichungspunkten, durch zwei volle Jahre hindurch, zwei einjährige Mittel liefern würde, deren Uebereinstimmung die Furcht vor merklichen, übrig gebliebenen Fehlern zum Schweigen bringen würde. Ich würde übrigens für zweckmässig halten, Beobachtungen, welche durch ganz örtliche Störungen, d. h. Gewitter und heftige Stürme, entstellt sind, von dem Mittel auszuschliessen.

So wie über die Dauer der zur Bestimmung der Höhen der Vergleichungspunkte dienenden Beobachtungen vor einem gemachten Versuche nichts festgesetzt werden kann, so ist auch vorher der wahrscheinliche Fehler nicht anzugeben, welchen ein einmaliger Besuch eines zu bestimmenden Punktes übrig lassen wird. Ob er unbedeutend oder merklich wird, hängt allein davon ab, ob die Entferungen nicht zu gross oder zu gross sind, um der Interpolation Sicherheit zu geben. Für Entfernungen bis zu einer gewissen Gränze hat sie volle Sicherheit; diese Gränze kann aber nur durch gemachte Versuche bestimmt werden. Man würde sehr leicht eine Uebersicht über die zu erwartende Sicherheit erlangen, wenn man zwischen zweien, vielleicht 30 Meilen von einander entfernten Oertern, an welchen fortlaufende Barometerbeobachtungen gemacht werden, noch ein Barometer in der Richtung und etwa in der Mitte zwischen beiden aufstellte, und dieses einige Monate lang gleichfalls beobachtete; zeigte dieses Barometer Änderungen, welche dem Mittel der durch die beiden äusseren angegebenen sehr nahe gleich sind, so kann man daraus schliessen, dass die Entfernung

von 30 Meilen nicht zu gross ist, um die Interpolation zu erlauben; im entgegengesetzten Falle muß man sich auf kleinere Entfernungen beschränken.

## 4.

Ich glaube die vorgeschlagene Methode noch anschaulicher machen zu können, wenn ich ein vollständiges Beispiel davon gebe. Es ist zwar nur ein fingirtes, was aber den eben angegebenen Zweck seiner Mittheilung nicht beeinträchtigt.

Ich nehme an, daß man für die oben schon erwähnte barometrische Nivellirung von Preusen fünf Punkte zu Vergleichungspunkten gewählt habe, nämlich Königsberg, Gumbinnen, Johannisburg, Thorn und Danzig, und daß ihre Entfernungen von dem Meridiane von Königsberg und dem Perpendikel (in Meilen ausgedrückt) folgende Werthe haben:

|              | <i>x</i> | <i>y</i> |
|--------------|----------|----------|
| Königsberg   | 0,0      | 0,0      |
| Gumbinnen    | +14,4    | -1,9     |
| Johannisburg | +11,3    | -15,2    |
| Thorn        | -16,5    | -25,4    |
| Danzig       | -16,0    | -5,5.    |

Das arithmetische Mittel dieser Zahlen ist:

$$-1,36; \quad -9,60;$$

man hat also die auf den im Isten Art. angenommenen Mittelpunkt bezogenen Coordinaten der fünf Vergleichungspunkte:

$$\begin{array}{ll} a^I = +1,36 & b^I = +9,60 \\ a^{II} = +15,76 & b^{II} = +7,70 \\ a^{III} = +12,66 & b^{III} = -5,60 \\ a^{IV} = -15,14 & b^{IV} = -15,80 \\ a^V = -14,64 & b^V = +4,10. \end{array}$$

Hieraus findet man:

$$(aa)=854,054; \quad (ab)=-235,727; \quad (bb)=449,260$$

und ferner:

$$\log N = 5,51605$$

$$A^I = 71^\circ 23',4 \quad \log \frac{1}{r^I} = 8,43769$$

$$A^{II} = 49^\circ 10,5 \quad \log \frac{1}{r^{II}} = 8,61750$$

$$A^{III} = 337^\circ 37,9 \quad \log \frac{1}{r^{III}} = 8,15846$$

$$A^{IV} = 238^\circ 21,0 \quad \log \frac{1}{r^{IV}} = 8,78594$$

$$A^V = 179^\circ 29,0 \quad \log \frac{1}{r^V} = 8,23316.$$

Diese Zahlen dürfen nur ein für allemal berechnet werden, und dienen zur Berechnung der sich auf jeden der zu bestimmenden Punkte beziehenden Formel. Wäre z. B. an einem Punkte beobachtet, dessen Entfernung vom Königsberger Meridian und Perpendikel  $-3,0$  und  $-8,2$  wären, also auf den angenommenen Mittelpunkt der Coordinaten bezogen:

$$x = -1,64 \quad y = +1,40,$$

so würde für diesen Punkt

$$A = 310^\circ 29',2, \quad \log r = 0,33371$$

seyn, und man würde für ihn erhalten:

$$\log p^I = 8,70490 \quad \log p^{IV} = 9,09819n$$

$$\log p^{II} = 8,94619 \quad \log p^V = 8,44463n$$

$$\log p^{III} = 8,15137$$

Nimmt man die Höhen der Vergleichungspunkte über der Meeresfläche, die daselbst beobachteten und auf eine bestimmte Wärme des Quecksilbers bezogenen Barometerhöhen und die Temperaturen der Luft, folgendermaßen an:

$$c^I = 11^\circ,0 \quad \beta^I = 337,81 \quad t^I = 16^\circ,3$$

$$c^{II} = 42^\circ,0 \quad \beta^{II} = 335,40 \quad t^{II} = 15^\circ,9$$

$$c^{III} = 125^\circ,0 \quad \beta^{III} = 328,63 \quad t^{III} = 16^\circ,4$$

$$c^{IV} = 45^\circ,0 \quad \beta^{IV} = 335,61 \quad t^{IV} = 18^\circ,6$$

$$c^V = 10^\circ,0 \quad \beta^V = 338,00 \quad t^V = 14^\circ,0,$$

so erhält man daraus:

$$Z = 46^\circ,7195; \quad T = 15^\circ,9818.$$

Diese Werthe von  $Z$  und  $T$  in die Formel (7) gesetzt, ergeben, wenn man das letzte Glied derselben weglässt:

|                          |                                |            |
|--------------------------|--------------------------------|------------|
| $\log B^I = 2,52511$     | $\varphi^I = 54^\circ 43'$     | angenommen |
| $\log B^{II} = 2,52509$  | $\varphi^{II} = 54^\circ 35'$  | -          |
| $\log B^{III} = 2,52452$ | $\varphi^{III} = 53^\circ 37'$ | -          |
| $\log B^{IV} = 2,52566$  | $\varphi^{IV} = 53^\circ 1'$   | -          |
| $\log B^{V} = 2,52524$   | $\varphi^V = 54^\circ 21'$     | -          |

Die Formel (8) gibt endlich  $\log B = 2,52504$ . Man hat also die Beobachtungen an den fünf Vergleichungspunkten auf Eine für einen Punkt geltende, welcher in der Lothlinie des zu bestimmenden Punktes 46°,7195 über der Meeresfläche liegt, reducirt, und für den ersten gefunden:

$$\log B = 2,52504 \quad T = 15^\circ,9818.$$

Die Vergleichung dieser Beobachtung mit der an dem zu bestimmenden Punkte gemachten ergiebt die gesuchte Höhe desselben auf die gewöhnliche Art nach der Formel (9).

### III. Resultate der in den Jahren 1828 bis 1833 auf dem meteorologischen Observatorium der Universität zu Kasan angestellten Barometer- und Thermometer-Beobachtungen, gesammelt und berechnet von E. Knorr, Professor der Physik<sup>1)</sup>.

Mittlerer Barometerstand in Millimetern bei 0°.

| Jahr.  | 9 Uhr<br>Morgens. | 12 Uhr<br>Mittags. | 3 Uhr<br>Nachmitt. | 9 Uhr<br>Abends. | Mittel. |
|--------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| 1828   | 755,05            | 754,73             | 754,58             | 754,72           | 754,77  |
| 1829   | 757,11            | 757,01             | 756,72             | 756,72           | 756,89  |
| 1830   | 756,58            | 756,58             | 756,40             | 756,39           | 756,49  |
| 1831   | 755,70            | 755,59             | 755,42             | 755,66           | 755,59  |
| 1832   | 754,60            | 754,64             | 754,71             | 754,39           | 754,59  |
| 1833   | 755,28            | 755,14             | 755,00             | 755,06           | 755,12  |
| Mittel | 755,72            | 755,61             | 755,47             | 755,49           | 755,57  |

1) Mitgetheilt in russischer Sprache von Alexander von Hum-

Nach früheren Beobachtungen des Hrn. Prof. Kupffer steht das Instrument 2,5 Millimeter zu niedrig, die also noch addirt werden müssen.

#### Höhe von Kasan über der Meeresfläche.

Die geographische Breite von Kasan ist, nach früheren Beobachtungen des Hrn. Prof. Littrow,  $55^{\circ} 48'$ . Dieser Breite entspricht an der Meeresfläche ein mittlerer Barometerstand von 763,8 Millimetern. Wenn wir den mittleren Barometerstand für Kasan zur Mittagsstunde  $755,61 + 2,5 = 758,11$  Millimeter, die mittlere Temperatur zu derselben Zeit  $4^{\circ},8$  C. und die entsprechende Temperatur der Meeresfläche  $5^{\circ},0$  C. annehmen, so finden wir die Höhe des meteorologischen Observatoriums der Universität 60,9 Meter über den Ocean. Die Beobachtungen vom Jahre 1829 geben 44,9 Meter als Minimum der Höhe, und die von 1832 71,2 Meter als Maximum der Höhe. Die Höhe des Universitätshofes über der Wasserfläche der Wolga an der Mündung der Kasanka macht ungefähr 23 Meter aus; folglich liegt die Wasserfläche der Wolga an der Mündung der Kasanka 37,9 Meter oder 124,67 Fuß höher als die Meeresfläche. Im Jahre 1824 fand der Ingenieur Pantelejeff durch Nivelliren, daß die Anhöhe bei dem Festungsthore in Kasan 119,57 Fuß über der Wasserfläche der Wolga liege, und das Nivellement vom 25. August 1824 bestimmte die Höhen des Schwarzen Sees 51,50, des Bannisees 56,05, des Festungsthores nach der Stadt zu 99,99, des Fischmarktes 19,39, des sogenannten Schmiedethores (*Kusnetschny*) nach dem Markte zu 70,54, des Schmiedethores dem See zu 64,47 Fuß über der Fläche der Wolga.

boldt, und wichtig wegen der Höhe des Gaspischen Meeres-Spiegels. Die Zeit ist durchgängig nach neuem Styl gerechnet, und die Thermometergrade sind überall hunderttheilige.

## Thermometer-Beobachtungen.

Mittlere Temperatur in Centesimalgraden für die einzelnen Monate der Jahre 1828 bis 1833 aus den um 9 Uhr Morgens und um 9 Uhr Abends angestellten Beobachtungen.

| Monate. | 1828.  | 1829.  | 1830.  | 1831.  | 1832.  | 1833.  |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Jan.    | -18,19 | -18,77 | -14,97 | -12,94 | -16,52 | -17,60 |
| Febr.   | -19,69 | -14,70 | -11,74 | -9,25  | -10,11 | -11,60 |
| März    | - 6,63 | - 8,03 | - 8,65 | - 6,53 | - 9,42 | - 8,30 |
| April   | + 4,50 | + 0,70 | + 3,46 | + 3,53 | + 1,48 | + 3,65 |
| Mai     | +13,44 | +11,81 | +10,22 | +11,88 | +12,56 | + 6,70 |
| Juni    | +18,37 | +16,68 | +19,16 | +13,96 | +14,16 | +17,10 |
| Juli    | +18,62 | +20,50 | +19,84 | +17,97 | +17,90 | +20,40 |
| Aug.    | +17,31 | +16,63 | +19,42 | +14,16 | +13,45 | +15,50 |
| Sept.   | + 8,44 | +11,29 | +11,42 | + 8,58 | + 8,85 | + 9,75 |
| Oct.    | + 3,12 | + 3,23 | + 4,39 | - 0,23 | + 1,55 | + 1,35 |
| Nov.    | - 5,69 | - 3,71 | - 1,22 | - 4,33 | - 7,55 | + 0,25 |
| Dec.    | -17,94 | -16,29 | - 6,26 | -10,82 | -15,20 | -12,55 |

Mittlere Temperatur für die Jahre 1828 bis 1833 aus den um 9 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags und 3 Uhr Nachmittags angestellten Beobachtungen. Centesimalgrade.

| Jahr.  | 9 Uhr Morgens. | 12 Uhr Mittags. | 3 Uhr Nachmittags. | 9 Uhr Abends. | Mittlere monatliche Temperat. |
|--------|----------------|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------------|
| 1828   | +1°,67         | +4°,15          | +4°,79             | +0°,95        | +1°,31                        |
| 1829   | +1°,90         | +4°,32          | +4°,75             | +1°,32        | +1°,61                        |
| 1830   | +4°,26         | +6°,78          | +6°,70             | +3°,25        | +3°,75                        |
| 1831   | +2°,56         | +4°,72          | +5°,02             | +1°,76        | +2°,16                        |
| 1832   | +1°,15         | +3°,62          | +3°,99             | +0°,71        | +0°,93                        |
| 1833   | +2°,20         | +5°,30          | +5°,70             | +1°,90        | +2°,05                        |
| Mittel | +2°,29         | +4°,81          | +5°,16             | +1°,65        | +1°,97                        |

Im Verhältnis zur mittleren Temperatur war das Jahr 1832 das kälteste, 1830 das wärmste. Die Differenz ist 2°,82.

Mittlere Temperatur für die einzelnen Monate der benannten Jahre, aus den um 9 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags, 3 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends angestellten Beobachtungen. Centesimalgrade.

| Monate.   | 9 Uhr<br>Morgens. | 12 Uhr<br>Mittags. | 3. Uhr<br>Nachm. | 9 Uhr<br>Abends. | Mittlere<br>monatliche<br>Temperat. |
|-----------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|
| Januar    | -16,68            | -14,75             | -14,76           | -16,32           | -16,50                              |
| Februar   | -12,98            | -10,01             | - 9,75           | -12,72           | -12,85                              |
| März      | - 7,87            | - 4,41             | - 3,66           | - 7,98           | - 7,93                              |
| April     | + 3,39            | + 5,97             | + 6,38           | + 2,38           | + 2,88                              |
| Mai       | +11,95            | +14,47             | +15,10           | +10,26           | +11,10                              |
| Juni      | +17,53            | +19,98             | +20,48           | +15,62           | +16,57                              |
| Juli      | +20,16            | +22,82             | +23,25           | +18,26           | +19,21                              |
| August    | +16,59            | +19,60             | +20,06           | +15,58           | +16,09                              |
| September | +10,07            | +13,74             | +14,30           | + 9,38           | + 9,72                              |
| October   | + 2,51            | + 4,97             | + 5,09           | + 1,97           | + 2,24                              |
| November  | - 3,88            | - 2,60             | - 2,68           | - 3,53           | - 3,71                              |
| December  | -13,28            | -11,99             | -11,95           | -13,10           | -13,19                              |

#### Mittlere Temperatur in Kasan.

In den Jahren 1828 bis 1831 wurden die Beobachtungen des Maximums des Steigens und des Sinkens des Thermometers am Tage zuweilen unterbrochen; um nun die mittlere Temperatur zu berechnen, müssen wir zu folgenden Voraussetzungen unsere Zuflucht nehmen.

Für Kasan kann man das höchste mittlere Steigen um 3 Uhr Nachmittags  $+1^{\circ},0$  annehmen. Das höchste Sinken aber aus den Beobachtungen um 9 Uhr Morgens und um 3 Uhr Abends kann man als das mittlere Sinken der Temperatur annehmen. Wir finden also die mittlere Temperatur in Kasan binnen 4 Jahren  $2,13$  C., für das Jahr 1832, mit Berücksichtigung des Maximums des Steigens und des Sinkens, erhalten wir also  $0^{\circ},78$  C., und für das Jahr 1833  $2^{\circ},08$ .

Rechnen wir zu diesen Zahlen auch die Zahlen für die Jahre 1828 bis 1831 zu, so finden wir die mittlere Temperatur in Kasan =  $1^{\circ},89$  C.

Höchste und niedrigste Temperatur jeden Monats im Jahre 1832,  
wie auch ihre Differenzen, in Centesimalgraden.

| Monate. | Maximum |                  | Minimum |      | Höchste Differenz<br>der täglich. Temp. |       | Monatl.<br>Differenz<br>d. Temp. |
|---------|---------|------------------|---------|------|---|-------|----------------------------------|
|         | Grade.  | Tag.             | Grade.  | Tag. | Grade.                                  | Tag.  |                                  |
| Jan.    | — 0,6   | 30               | —33,1   | 8,9  | 13,7                                    | 3     | 32,5                             |
| Febr.   | + 1,9   | 7                | —25,0   | 27   | 10,0                                    | 3     | 26,9                             |
| März    | + 2,8   | 28               | —25,0   | 6    | 15,5                                    | 6     | 27,8                             |
| Apr.    | +15,3   | 30               | — 8,4   | 10   | 14,3                                    | 30    | 23,7                             |
| Mai     | +25,0   | 18               | + 1,0   | 2    | 14,3                                    | 2; 18 | 24,0                             |
| Juni    | +25,0   | 20; 21<br>27; 30 | + 2,5   | 13   | 17,0                                    | 26    | 22,5                             |
| Juli    | +30,1   | 11               | + 6,8   | 25   | 18,0                                    | 4     | 23,3                             |
| Aug.    | +23,7   | 14               | + 3,7   | 28   | 14,8                                    |       | 20,0                             |
| Sept.   | +25,1   | 4                | 0       | 25   | 18,3                                    | 3     | 25,1                             |
| Oct.    | +14,8   | 14               | — 7,6   | 28   | 17,4                                    | 9     | 22,4                             |
| Nov.    | + 4,1   | 3                | —31,8   | 25   | 9,4                                     | 20    | 35,8                             |
| Dec.    | — 5,0   | 12               | —26,1   | 5,14 | 14,4                                    | 19    | 21,1                             |

Höchste und niedrigste Temperatur jeden Monats im Jahre 1833,  
wie auch ihre Differenzen; in Centesimalgraden.

| Monate | Maximum. |           | Minimum. |       | Höchste tägliche<br>Differenz. |             | Monatl.<br>Temp.<br>Diffr. |
|--------|----------|-----------|----------|-------|--------------------------------|-------------|----------------------------|
|        | Grade.   | Tag.      | Grade.   | Tag.  | Grade.                         | Tag.        |                            |
| Jan.   | — 1,0    | 8         | —30,0    | 2     | 12,9                           | 12          | 29,0                       |
| Febr.  | + 2,3    | 13        | —29,9    | 1     | 20,4                           | 19          | 32,2                       |
| März   | + 4,4    | 26        | —21,1    | 2     | 19,2                           | 22          | 25,2                       |
| April  | +22,0    | 27        | —12,0    | 1     | 15,1                           | 24          | 34,0                       |
| Mai    | +22,7    | 2         | — 1,5    | 9     | 21,5                           | 2           | 24,2                       |
| Juni   | +31,1    | 20        | + 3,4    | 26    | 17,9                           | 26          | 27,7                       |
| Juli   | +34,4    | 13        | + 8,7    | 31    | 18,2                           | 25          | 25,7                       |
| Aug.   | +26,2    | 4; 12; 25 | + 6,2    | 8; 21 | 18,4                           | 25          | 20,5                       |
| Sept.  | +30,0    | 6         | — 6,2    | 27    | 21,1                           | 2; 4; 6; 10 | 36,2                       |
| Oct.   | +12,0    | 3         | — 9,5    | 9     | 14,5                           | 20          | 21,5                       |
| Nov.   | + 8,0    | 5         | —16,5    | 30    | 12,0                           | 29          | 24,5                       |
| Dec.   | + 1,4    | 22; 23    | —30,4    | 30    | 19,4                           | 24          | 31,8                       |

**IV. Wasserstände, beobachtet zu Pillau in den Jahren 1815 bis 1834; vergleichend zusammengestellt durch G. W. Bannasch.**

Navigations-Lehrer und Schiffsführer.

Die schon so oft in Anregung gebrachte Veränderung des Wasserstandes der Ostsee im Bothnischen Meerbusen, scheint sorgfältigen Beobachtungen über den Stand desselben Gewässers an andern Punkten ein Interesse zu geben.

Tritt aber das Resultat solcher Beobachtungen erst später hervor, indem es sich nur aus der Vergleichung derselben mit späteren ähnlichen ergiebt, so wird eben hiedurch Bedingung, die Beobachtungen der gegenwärtigen Zeit aufzubewahren, damit sie, vielleicht nach einem halben Jahrhundert, mit Sicherheit lehren mögen, ob das Wasser der Ostsee vergleichungsweise mit einem *festen Punkt* eine Veränderung erlitten hat oder nicht.

Hier sind seit 19 Jahren täglich am Mittage durch den Lootsen-Commandeur Beobachtungen angestellt, durch welche der Waserstand auf einen festen Punkt bezogen worden ist, den man, aller Wahrscheinlichkeit nach, noch nach geraumer Zeit wieder erkennen können.

Dieser feste Punkt ist: *die untere Kante des scheitcrechten Bogens des Einganges zum Leuchtturm, oder auch die untere Kante des Widerlagers dieses Bogens.*

Die Art, wie man sich des Unterschieds des Niveaus, des Maasses, an welchem die Beobachtungen unmittelbar angestellt werden, und dieses festen Punktes versichert hat, will ich zuerst kurz beschreiben.

Nachdem an den im Lootsenhafen eingerammten Pfahl (siehe Fig. 1 und 2 Taf. III, wo im Grundriss der Pegel bei *a* steht), an den ein Maafsstab, in preufische Fusse getheilt, zur Beobachtung der Wasserstände angenagelt ist, und der als Normalpegel dient, eine Latte befestigt war, die genau 16 Fusß über den Nullpunkt des Pegels hervorragte, fand der Hafen-Bauinspector, Hr. Petersen, am 28. Mai 1811, dass der obige feste Punkt noch 7 Fusß 4,5 Zoll über dieser Latte, also 23 Fusß 4,5 Zoll über dem Nullpunkte des Pegels liegt.

Am 6. Januar 1831 revidirte der damalige Hafen-Bauinspector, jetzige Oberbaurath, Hr. Hagen, indem er wieder den Pegel auf 16 Fusß verlängerte, jenes Nivellement, und fand den Nullpunkt 23 Fusß 4,9 Zoll unter dem festen Punkte, während er vor 20 Jahren 23 Fusß 4,5 Zoll darunter lag; bemerkte aber, dass diese Differenz nicht einer wirklichen Verrückung des Pegels, sondern, wie er glaubt, dem ersten Nivellement, welches mit der gewöhnlichen Kanalwage vollzogen wurde, zuzuschreiben sey; während er mit Fernrohr und Fadenkreuz operirte. Darauf verglich er auch noch den schwimmenden Pegel, der dicht neben dem Normalpegel in *b* befindlich ist, an welchem die täglichen Beobachtungen gemacht werden, und glaubte bei dem Wellenschlage 0,5 Zoll weniger als am Normalpegel abzulesen, welcher Unterschied jedoch bei ruhigem Wasser auf 0,1 Zoll schwinden möchte.

Was die Art der Beobachtungen anbetrifft, so werden diese, wie erwähnt, am schwimmenden Pegel ange stellt, der aus einer hölzernen Kugel besteht, welche eine Stange trägt, die sich zwischen Klammern an einem getheilten Maafsstabe, vom Wasser getragen, auf und nieder bewegt, und so ihren Nullpunkt, der mit dem des Normalpegels correspondirt, an der Theilung vorbeischiebt.

Aus den bei der Königlichen Regierung zu Königs-

berg aufbewahrten Wasserstandstabellen, welche Kopien der bei der Königlichen Hafen-Polizei-Commission zu Pillau befindlichen Originale sind, habe ich die mittleren Resultate gezogen, welche die angehängten Tafeln enthalten. Zur Erklärung meines Verfahrens und der daraus entstandenen Tafeln wird Folgendes hinreichen.

Die Originaltabellen enthalten unter jedem Tage die Windesrichtung und Wasserhöhe in Fußen und Zollen. Sie beginnen ursprünglich im Jahre 1811, sind in demselben aber nur Peilungen des Seegatts, d. h. Tiefe-messungen in der Rinne vom Ende der Mole bis zur tiefen See zwischen den vor dem Einlauf zu Pillau la-gernden Sandbänken. Die folgenden Jahre, bis 1815, sind mangelhaft; letztgenanntes Jahr enthält auch nur 244 Beobachtungen, die aber zu den Vergleichen hinzugezo-gen sind, weil sie die 8 letzten Monate vollständig um-fassen. So hat man bis zum Beginn des Jahres 1834 eine Reihe von 18 Jahren 8 Monaten. Ich ordnete diese 6819 Beobachtungen nach den 16 Compasstrichen: Nord, Nord-Nord-Ost, Nord-Ost, Ost-Nord-Ost, Ost, Ost-Süd-Ost, Süd-Ost, Süd-Süd-Ost, Süd, Süd-Süd-West, Süd-West, West-Süd-West, West, West-Nord-West, Nord-West und Nord-Nord-West, und fügte eine 17te Columne für Windstille oder schnell veränderlichen Wind, Veränderlich oder Still überschrieben, hinzu. Hieraus er-gab sich die Tafel A, Seite 215, Folgendes: die erste senkrechte Spalte giebt, wie die Ueberschrift sagt, die Windesrichtung, die zweite: A. d. B. überschriebene, die Anzahl der zur nebenstehenden Windesrichtung gehöri-gen Beobachtungen, deren Mittel in der dritten steht, also der mittlere Wasserstand bei jeder einzelnen Windes-richtung ist, so dass die zweite und dritte Columne sich bei jedem Jahre wiederholen. Die achtzehnte Horizontalspalte, Mittel überschrieben, entstand, indem ich jeden mittleren Wasserstand, mit der zugehörigen Anzahl der

Beobachtungen multiplicirt, summiret und dann das Mittel durch Division mit der Anzahl der Tage jedes Jahres, also mit 365 oder 366, suchte, ausgenommen im Jahre 1815, wo nur 244 Beobachtungen, wie oben erwähnt, stattfanden.

Auch von einer anderen Seite lässt sich die Sache betrachten, nämlich in Betreff des Einflusses der einzelnen Winde. Denkt man sich jede Horizontalspalte der Tafel A durch alle 19 Jahre durchgehend mit der nebenstehenden Anzahl der Beobachtungen wieder multiplicirt, summirt und durch die Quersumme aller Beobachtungen jeder Reihe dividirt, so erhält man nicht das Mittel der Wasserstände jedes Jahres, sondern jeder Windesrichtung.

Die kleine Tafel B erklärt sich aus der Ueberschrift; sie giebt in der Spalte, Mittel genannt, die Anzahl der Tage, an denen im Durchschnitt aus 18 Jahren der Wind, die Richtungen Nord, Nord-Ost, Ost, Süd-Ost, Süd, Süd-West, West, Nord-West und Veränderlich annimmt. Die beiden letzten Horizontalspalten enthalten dasselbe für die Gegend der Elbmündung und der holländischen Küsten vergleichungsweise hingestellt (aus dem Handbuch der Schifffahrtskunde. Hamburg 1832. S. 414.).

Für jetzt lässt sich aus den Tafeln nur Folgendes schließen:

I. Der mittlere Stand der Ostsee über dem Nullpunkte des Pegels, oder unter dem festen Punkte (wenn man den Unterschied beider mit Ober-Baurath Hrn. Hagen 23 Fuß 4,9 Zoll annimmt, ist in den einzelnen Jahren:

| Jahre. | Anzahl der Beobachtungen. | Wasserstände         |                          |
|--------|---------------------------|----------------------|--------------------------|
|        |                           | über dem Nullpunkte. | unter dem festen Punkte. |
| 1815   | 244                       | 7' 8",602            | 15' 8",298               |
| 1816   | 366                       | 7 9 ,017             | 15 7 ,829                |
| 1817   | 365                       | 8 0 ,488             | 15 4 ,412                |
| 1818   | 365                       | 7 8 ,290             | 15 8 ,610                |
| 1819   | 365                       | 7 7 ,244             | 15 9 ,656                |
| 1820   | 366                       | 7 6 ,683             | 15 10 ,217               |
| 1821   | 365                       | 7 10 ,441            | 15 6 ,459                |
| 1822   | 365                       | 7 11 ,709            | 15 5 ,191                |
| 1823   | 365                       | 7 6 ,339             | 15 10 ,561               |
| 1824   | 366                       | 7 11 ,126            | 15 5 ,774                |
| 1825   | 565                       | 7 11 ,800            | 15 5 ,100                |
| 1826   | 365                       | 7 5 ,879             | 15 11 ,021               |
| 1827   | 365                       | 7 7 ,882             | 15 9 ,018                |
| 1828   | 366                       | 7 9 ,087             | 15 7 ,813                |
| 1829   | 365                       | 7 6 ,524             | 15 10 ,376               |
| 1830   | 365                       | 7 6 ,918             | 15 9 ,982                |
| 1831   | 365                       | 7 5 ,162             | 15 11 ,738               |
| 1832   | 366                       | 7 6 ,697             | 15 10 ,203               |
| 1833   | 365                       | 7 6 ,877             | 15 10 ,023               |

beobachtet worden. Das Mittel für das Jahr 1824 geltend, ist, wenn man wieder die einzelnen Mittel mit der Anzahl der Beobachtungen jedes Jahres multiplicirt und durch 6819 als Summe aller dividirt:

über dem Nullpunkte  
7' 8",3547

unter dem festen Punkte  
15' 8",5453.

Oder wenn man die Mittel aus den einzelnen Jahren addirt und mit 19 als Anzahl der Jahre dividirt, respective  
7' 8",3589                            15' 8",5411.

II. Im Verlaufe der 19 Jahre ist keine Zunahme oder Abnahme bemerkbar, welche außer dem Umfange der durch zufällige Ursachen herbeigeführten Schwankungen der mittleren Wasserstände für die einzelnen Jahre läge.

III. Der Einfluß des Windes kann nach folgender Zusammenstellung geschätzt werden:

| Windesrichtung.         | Wasserstand         |                         |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|
|                         | über dem Nullpunkt. | unter d. festen Punkte. |
| Veränderlich oder Still | 7' 7",113           | 15' 9",787              |
| Nord . . . . .          | 7 10,778            | 15 6,122                |
| NNO. . . . .            | 7 10,287            | 15 6,613                |
| NO. . . . .             | 7 8,921             | 15 7,979                |
| ONO. . . . .            | 7 7,467             | 15 9,433                |
| Ost . . . . .           | 7 4,919             | 15 11,981               |
| OSO. . . . .            | 7 3,409             | 16 1,491                |
| SO. . . . .             | 7 4,549             | 16 0,351                |
| SSO. . . . .            | 7 4,479             | 16 0,421                |
| Süd . . . . .           | 7 5,686             | 15 11,214               |
| SSW. . . . .            | 7 6,615             | 15 10,285               |
| SW. . . . .             | 7 8,582             | 15 8,318                |
| WSW. . . . .            | 7 10,229            | 15 6,671                |
| West . . . . .          | 7 11,654            | 15 5,246                |
| WNW. . . . .            | 7 10,884            | 15 6,016                |
| NW. . . . .             | 7 11,693            | 15 5,207                |
| NNW. . . . .            | 7 11,502            | 15 5,398                |

## Tafel 1.

A.

| Windrichtung.           | A. d. B. | 1815.      | A. d. B. | 1816.      | A. d. B. | 1817.     | A. d. B. | 1818.     |
|-------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|-----------|
| Veränderlich oder Still | 4        | 6' 11",500 | 29       | 7' 10",103 | 15       | 8' 5",267 | 10       | 8' 0",300 |
| Nord                    | 22       | 7 10,227   | 12       | 7 9,167    | 5        | 8 4,400   | 19       | 7 10,158  |
| NNO.                    | 3        | 8 0,667    | 17       | 7 8,294    | 26       | 7 11,577  | 10       | 7 9,900   |
| NO.                     | 12       | 7 10,667   | 11       | 7 10,909   | 7        | 8 1,286   | 15       | 7 6,667   |
| ONO.                    | 4        | 8 0,500    | 38       | 7 211      | 27       | 7 5,444   | 26       | 7 4,769   |
| Ost.                    | 25       | 7 3,960    | 25       | 7 4,360    | 20       | 7 5,500   | 18       | 7 3,167   |
| OSO.                    | 8        | 7 3,875    | 25       | 7 8,120    | 24       | 7 9,125   | 33       | 7 3,576   |
| SO.                     | 19       | 7 3,789    | 25       | 7 8,833    | 6        | 7 3,333   | 9        | 7 2,667   |
| SSO.                    | 3        | 7 6,000    | 6        | 7 6,864    | 21       | 7 8,905   | 9        | 7 9,333   |
| Std.                    | 8        | 7 7,000    | 22       | 7 8,562    | 16       | 7 10,625  | 22       | 7 5,318   |
| SSW.                    | 16       | 7 6,375    | 16       | 7 9,341    | 51       | 8 1,137   | 63       | 7 9,159   |
| SW.                     | 29       | 7 9,138    | 44       | 7 10,652   | 23       | 8 1,956   | 27       | 7 10,889  |
| WSW.                    | 13       | 7 11,077   | 23       | 7 11,667   | 45       | 8 5,200   | 22       | 7 9,273   |
| West.                   | 34       | 7 8,944    | 24       | 7 10,570   | 32       | 8 1,312   | 27       | 8 0,815   |
| WNW.                    | 9        | 8 0,000    | 23       | 7 10,184   | 34       | 8 3,500   | 46       | 7 10,891  |
| NW.                     | 34       | 8 0,944    | 38       | 7 0,000    | 13       | 8 7,384   | 5        | 7 7,800   |
| NNW.                    | 1        | 8 9,000    | 13       |            |          |           |          |           |
| Mittel aus              | 244      | 7 8",602   | 366      | 7 9",071   | 365      | 8' 0",488 | 365      | 7' 8",290 |

## T a f e l A.

| Windesrichtung. | A. d. B. | 1819.     | A. d. B. | 1820.     | A. d. B. | 1821.      | A. d. A. | 1822.      |
|-----------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|------------|
| Veränderlich    |          |           |          |           |          |            |          |            |
| oder Still      | 23       | 7' 6" 043 | 6        | 7' 4" 000 | 3        | 7' 4" 000  | 11       | 7' 10" 273 |
| Nord . . . . .  | 19       | 7 8,789   | 11       | 7 8,091   | 11       | 8 0,727    | 20       | 7 11,150   |
| NNO. . . . .    | 14       | 7 10,857  | 12       | 7 10,250  | 9        | 7 9,889    | 5        | 8 0,000    |
| NO. . . . .     | 13       | 7 9,461   | 13       | 7 8,923   | 10       | 8 1,600    | 12       | 7 11,417   |
| ONO. . . . .    | 9        | 7 7,000   | 11       | 7 7,182   | 8        | 7 6,875    | 6        | 8 5,500    |
| Ost . . . . .   | 23       | 7 3,913   | 23       | 7 4,304   | 19       | 7 7,316    | 18       | 7 8,944    |
| OSO. . . . .    | 32       | 7 4,187   | 17       | 7 3,823   | 23       | 7 4,870    | 15       | 7 7,867    |
| SO. . . . .     | 33       | 7 3,758   | 31       | 7 3,097   | 25       | 7 8,040    | 31       | 7 7,710    |
| SSO. . . . .    | 13       | 7 1,000   | 9        | 7 4,000   | 7        | 7 5,000    | 8        | 7 7,875    |
| Sid. . . . .    | 18       | 7 5,055   | 16       | 7 3,562   | 11       | 7 11,545   | 14       | 7 4,929    |
| SSW. . . . .    | 16       | 7 7,812   | 19       | 7 5,368   | 20       | 7 10,650   | 18       | 8 0,389    |
| SW. . . . .     | 43       | 7 7,139   | 45       | 7 6,067   | 73       | 7 10,616   | 61       | 8 0,295    |
| WSW. . . . .    | 16       | 7 9,500   | 26       | 7 6,654   | 30       | 7 11,333   | 20       | 8 1,450    |
| West . . . . .  | 16       | 7 8,812   | 32       | 7 7,437   | 35       | 7 11,514   | 29       | 8 2,310    |
| WNW. . . . .    | 24       | 7 10,417  | 32       | 7 9,500   | 33       | 7 11,606   | 34       | 8 3,677    |
| NW. . . . .     | 45       | 7 11,578  | 37       | 7 8,892   | 34       | 8 1,912    | 44       | 7 11,977   |
| NNW. . . . .    | 8        | 7 6,500   | 26       | 7 9,346   | 14       | 8 0,714    | 19       | 8 2,158    |
| Mittel aus      | 365      | 7' 7",241 | 366      | 7' 6",683 | 365      | 7' 10",441 | 365      | 7' 11",709 |

## T a f e l A.

| Windrichtung.                | A. d. B.    | 1823.    | A. d. B.  | 1824.     | A. d. B.  | 1825.     | A. d. B.  | 1826.    |
|------------------------------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Veränderlich<br>oder Still . | 7' 7" 946   | 23       | 7' 8" 696 | 23        | 7' 9" 522 | 23        | 7' 4" 435 |          |
| Nord . . . .                 | 21 7 571    | 17       | 7 11 568  | 22        | 8 3 909   | 18        | 7 10 055  |          |
| NNO. . . .                   | 3 7 2 667   | 15       | 7 10 867  | 10        | 8 8 400   | 6         | 7 6 833   |          |
| NO. . . .                    | 10 7 6 300  | 10       | 7 8 100   | 13        | 8 1 769   | 13        | 7 9 615   |          |
| ONO. . . .                   | 14 7 2 357  | 13       | 7 6 769   | 9         | 7 8 222   | 4         | 7 7 750   |          |
| Ost. . . .                   | 15 6 10 467 | 14       | 7 6 143   | 20        | 7 7 450   | 13        | 7 4 923   |          |
| OSO. . . .                   | 31 6 10 613 | 17       | 7 7 177   | 27        | 7 4 000   | 26        | 7 5 654   |          |
| SO. . . .                    | 28 7 2 393  | 15       | 7 7 133   | 20        | 7 8 450   | 42        | 7 2 190   |          |
| SSO. . . .                   | 8 7 3 250   | 10       | 7 7 600   | 9         | 7 6 889   | 17        | 7 3 353   |          |
| Süd. . . .                   | 20 7 3 000  | 16       | 7 9 938   | 18        | 7 7 556   | 20        | 7 3 100   |          |
| SSW. . . .                   | 18 7 7 833  | 22       | 7 9 227   | 22        | 7 10 909  | 36        | 7 3 833   |          |
| SW. . . .                    | 36 7 1 528  | 32       | 8 2 812   | 45        | 7 10 844  | 41        | 7 4 293   |          |
| WSW. . . .                   | 18 8 1 167  | 32       | 8 1 750   | 32        | 8 1 813   | 30        | 7 7 433   |          |
| West. . . .                  | 23 8 0 913  | 40       | 8 0 325   | 27        | 8 2 815   | 12        | 7 6 583   |          |
| WNW. . . .                   | 29 8 1 828  | 35       | 8 0 543   | 21        | 8 0 476   | 21        | 7 8 857   |          |
| NW. . . .                    | 40 7 9 700  | 38       | 8 0 184   | 34        | 8 6 618   | 28        | 7 9 679   |          |
| NNW. . . .                   | 14 7 10 786 | 17       | 8 4 529   | 13        | 8 2 769   | 15        | 7 11 400  |          |
| Mittel aus                   | 365         | 7 6" 339 | 366       | 7 11" 126 | 365       | 7 11" 800 | 365       | 7 5" 879 |

## Tafel A.

| Windesrichtung. | A. d. B. | 1827.     | A. d. B. | 1828.     | A. d. B. | 1829.     | A. d. B. | 1830.     |
|-----------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| Veränderlich    |          |           |          |           |          |           |          |           |
| oder Still      | 25       | 7' 8" 240 | 29       | 7' 6" 862 | 19       | 7' 5" 789 | 24       | 7' 6" 875 |
| Nord . . .      | 19       | 7 9 316   | 12       | 8 3 333   | 15       | 7 7 800   | 9        | 7 11 889  |
| NNO. . .        | 8        | 7 7 250   | 14       | 8 1 929   | 12       | 7 9 250   | 13       | 7 11 000  |
| NO. . .         | 15       | 7 6 600   | 12       | 7 9 500   | 12       | 7 9 917   | 6        | 7 6 833   |
| ONO. . .        | 13       | 7 7 538   | 11       | 7 10 636  | 17       | 7 6 353   | 9        | 7 8 776   |
| Ost . . .       | 10       | 7 6 700   | 10       | 7 6 500   | 21       | 7 3 429   | 21       | 7 3 809   |
| OSO. . .        | 28       | 7 3 964   | 35       | 7 6 629   | 35       | 7 1 829   | 38       | 7 1 632   |
| SO. . .         | 27       | 7 6 074   | 18       | 7 5 722   | 17       | 7 2 177   | 16       | 7 1 938   |
| SSO. . .        | 13       | 7 3 000   | 9        | 7 4 778   | 18       | 7 3 889   | 14       | 7 5 786   |
| Süd. . .        | 12       | 7 8 250   | 15       | 7 7 933   | 12       | 6 11 833  | 10       | 7 4 800   |
| SSW. . .        | 41       | 7 5 805   | 28       | 7 6 678   | 41       | 7 5 415   | 42       | 7 6 359   |
| SW.. . .        | 34       | 7 6 529   | 37       | 7 7 649   | 35       | 7 7 543   | 26       | 7 6 500   |
| WSW. . .        | 37       | 7 9 892   | 39       | 7 9 795   | 36       | 7 9 806   | 46       | 7 8 413   |
| West. . .       | 19       | 7 11 789  | 16       | 7 10 437  | 6        | 7 11 667  | 13       | 7 6 769   |
| WNW. . .        | 20       | 7 11 250  | 25       | 7 10 520  | 26       | 7 8 500   | 35       | 7 10 429  |
| NW. . .         | 27       | 7 11 556  | 36       | 7 11 194  | 23       | 7 11 565  | 23       | 7 9 609   |
| NNW. . .        | 17       | 7 10 118  | 20       | 8 1 500   | 20       | 7 8 950   | 20       | 7 9 550   |
| Mittel aus .    | 365      | 7' 7" 882 | 366      | 7' 9" 087 | 365      | 7' 6" 524 | 365      | 7' 6" 918 |

Tafel A.

| Windrichtung.              | A. d. B. | 1831.     | A. d. B. | 1832.      | A. d. B. | 1833.      |
|----------------------------|----------|-----------|----------|------------|----------|------------|
| Veränderlich<br>oder Still | 26       | 7' 6",615 | 27       | 7' 7",741  | 25       | 7' 4",760  |
| Nord . . . .               | 9        | 7' 8",555 | 16       | 7' 11",312 | 17       | 7' 8",353  |
| NNO. . . . .               | 20       | 7' 5",300 | 9        | 7' 9",778  | 12       | 7' 8",750  |
| NO. . . . .                | 21       | 7' 5",286 | 4        | 7' 5",000  | 6        | 7' 1",167  |
| ONO. . . . .               | 14       | 7' 4",429 | 7        | 7' 9",286  | 13       | 7' 2",154  |
| Ost . . . . .              | 19       | 7' 3",263 | 18       | 7' 3",445  | 25       | 7' 3",080  |
| OSO. . . . .               | 24       | 7' 1",417 | 16       | 6' 11",688 | 22       | 6' 11",545 |
| SO. . . . .                | 26       | 7' 3",038 | 33       | 6' 11",697 | 30       | 7' 4",400  |
| SSO. . . . .               | 11       | 7' 3",636 | 9        | 7' 2",000  | 8        | 7' 7",875  |
| Süd . . . . .              | 11       | 7' 5",454 | 19       | 7' 0",368  | 18       | 7' 4",389  |
| SSW. . . . .               | 36       | 7' 4",278 | 24       | 7' 3",208  | 25       | 7' 4",204  |
| SW. . . . .                | 29       | 7' 6",379 | 36       | 7' 4",500  | 37       | 7' 9",000  |
| WSW. . . . .               | 35       | 7' 6",028 | 31       | 7' 8",710  | 26       | 7' 10",577 |
| West . . . . .             | 3        | 7' 2",333 | 30       | 7' 11",667 | 27       | 8' 0",778  |
| WNW. . . . .               | 36       | 7' 5",917 | 43       | 7' 8",930  | 23       | 7' 8",800  |
| NW. . . . .                | 22       | 7' 7",409 | 27       | 8' 0",629  | 32       | 7' 10",656 |
| NNW. . . . .               | 23       | 7' 6",435 | 17       | 8' 1",647  | 12       | 7' 8",667  |
| Mittel aus                 | 365      | 7' 5",162 | 366      | 7' 6",697  | 365      | 7' 6",877  |

Vergleichung der herrschenden Winde zu Pillau mit denen an der Mündung der Elbe und den Küsten Hollands der Zahl der Tage nach.

| Jahre.             | Nord.        | NO.          | Ost.         | SO.          | Süd.       | SW.           | West.      | NW.           | Veränd.<br>od. Stille. |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|------------------------|
| 1816               | 41,5         | 28,5         | 66           | 40,5         | 33         | 63,5          | 47         | 56            | 0                      |
| 1817               | 24           | 32           | 40,5         | 37           | 32         | 70,5          | 72,5       | 56,5          | 0                      |
| 1818               | 26,5         | 22           | 37           | 46,5         | 24,5       | 87,5          | 49         | 62            | 10                     |
| 1819               | 30           | 24,5         | 43,5         | 55,5         | 32,5       | 59            | 36         | 61            | 23                     |
| 1820               | 30           | 24,5         | 37           | 44           | 30         | 67,5          | 61         | 66            | 6                      |
| 1821               | 22,5         | 18,5         | 34,5         | 40           | 24,5       | 98            | 66,5       | 57,5          | 3                      |
| 1822               | 32           | 17,5         | 28,5         | 42,5         | 27         | 80            | 56         | 70,5          | 11                     |
| 1823               | 29,5         | 18,5         | 37,5         | 47,5         | 33         | 54            | 46,5       | 61,5          | 37                     |
| 1824               | 33           | 24           | 29           | 28,5         | 32         | 59            | 73,5       | 64            | 23                     |
| 1825               | 33,5         | 22,5         | 38           | 38           | 33,5       | 72            | 53,5       | 51            | 23                     |
| 1826               | 28,5         | 18           | 28           | 63,5         | 46,5       | 74            | 37,5       | 46            | 23                     |
| 1827               | 31,5         | 25,5         | 30,5         | 47,5         | 39         | 73            | 47,5       | 45,5          | 25                     |
| 1828               | 29           | 24,5         | 33           | 40           | 33,5       | 70,5          | 48,5       | 58            | 29                     |
| 1829               | 31           | 26,5         | 47           | 43,5         | 41,5       | 73,5          | 37         | 46            | 19                     |
| 1830               | 25,5         | 17           | 44,5         | 42           | 38         | 70            | 53,5       | 50,5          | 24                     |
| 1831               | 30,5         | 38           | 38           | 43,5         | 34,5       | 64,5          | 38,5       | 51,5          | 26                     |
| 1832               | 29           | 12           | 29,5         | 45,5         | 35,5       | 63,5          | 67         | 57            | 27                     |
| 1833               | 29           | 18,5         | 42,5         | 45           | 34,5       | 62,5          | 55         | 53            | 25                     |
| <b>Summe</b>       | <b>536,5</b> | <b>412,5</b> | <b>674,5</b> | <b>790,5</b> | <b>605</b> | <b>1262,5</b> | <b>946</b> | <b>1013,5</b> | <b>334</b>             |
| <b>Mittel</b>      | <b>30</b>    | <b>22,5</b>  | <b>37,5</b>  | <b>44</b>    | <b>34</b>  | <b>70</b>     | <b>53</b>  | <b>56</b>     | <b>18</b>              |
| <b>Elbmünde</b>    | <b>32</b>    | <b>25</b>    | <b>52</b>    | <b>33</b>    | <b>32</b>  | <b>62</b>     | <b>61</b>  | <b>61</b>     | <b>7</b>               |
| <b>Holl. Küste</b> | <b>29</b>    | <b>37</b>    | <b>41</b>    | <b>26</b>    | <b>44</b>  | <b>66</b>     | <b>66</b>  | <b>48</b>     | <b>8</b>               |

V. Ueber Vertheilung und Bindung der Elektricität in isolirten Leitern;  
von Dr. Friedr. Mahr in Coblenz.

---

Die Lehre von der Vertheilung und Bindung der Elektricität war lange nicht mehr der Gegenstand wissenschaftlicher Discussionen, da sie, als eine wohl begründete Sache, schon längst in die Lehrbücher aufgenommen war. Vor einiger Zeit machte Hr. Prof. Pfaff<sup>1)</sup>) darauf aufmerksam, dass die Versuche, welche als die Beweise dieser Lehre in den ausgezeichnetsten Werken beschrieben werden, durchaus nicht in der dort angeführten Art gelingen, und dass dieselben eher am Pulte erfunden, als in der Natur entdeckt zu seyn scheinen. So erzählt bei diesem Capitel Biot, und nach ihm viele andere Lehrbücher, dass wenn ein isolirter Leiter in der Nähe eines elektrisirten sich befindet, der erstere eine Vertheilung seiner OE. erleide, in der Art, dass die eine Hälfte des Leiters +E., die andere —E. habe, in der Mitte aber ein Indifferenzpunkt sich befindet, wo die natürliche OE. noch vorhanden sey; die Hollundermarkkugeln in der Mitte divergirten nicht, und ein elektrisirtes Kugelchen werde von der einen Hälfte abgestossen, von der andern angezogen. Prof. Pfaff hingegen fand, dass der ganze Leiter an allen Stellen dieselbe E. zeige, und zwar die gleichnamige mit der vertheilenden, dass die Hollundermarkkugelchen an allen Stellen divergiren, und dass ein geladenes Kugelchen überall entweder angezogen oder abgestossen werde. Als Amendement fügt derselbe eine Erklärung hinzu, wodurch er die Erscheinung mit der alten Lehre wieder in Uebereinstimmung gebracht zu haben scheint. Berzelius hat von diesem Factum eine Notiz

<sup>1)</sup> Schweigg. Journ. Bd. LXI S. 393.

gegeben in seinem 13ten Jahresberichte, S. 30, wie es scheint, billigend; eben so Fechner in seinem Repertorium der Experimentalphysik, Bd. I S. 345; und die Sache hatte dabei ihr Bewenden, da sich die Beobachtung des Hrn. Prof. Pfaff bestätigt. Allein die von demselben gegebene Erklärung ist nichts weniger als befriedigend, ja sie ist nicht einmal richtig, d. h. mit anderen ausgemachten Thatsachen übereinstimmend. Der Grund, warum der isolirte Leiter nur die gleichnamige E. zeige, soll der seyn, dass die ungleichnamige, durch Bindung gefesselt, nicht auf das Elektrometer wirken könne. Fasst man zwei Hollundermarkkügelchen an leitenden Fäden und nähert sie einem geladenen Conductor, so divergieren sie offenbar kraft gebundener Elektricität, da alle freie durch die Hand entweichen kann; es wirkt also hier gebundene Elektricität auf das Elektrometer. Berührt man irgend einen elektrischen Körper, sey er durch Mittheilung oder durch Bindung es geworden, mit einer isolirten Metallkugel, so nimmt dieselbe augenblicklich an demjenigen Zustand Theil, worin der elektrische Körper sich befindet; und entfernt man nun die Kugel wieder, so behält sie die aufgenommene Elektricität, indem sie dieselbe aus der Bindung mit hinwegnimmt. Auf diese Weise hat Coulomb mit seiner Probescheibe die mannigfältigsten elektrischen Combinationen an seine Wage übertragen. Hr. Prof. Pfaff fand aber überall nur einerlei Elektricität an seinem isolirten Leiter, und es ist dies Factum mit der Lehre von der Vertheilung gar nicht in Einklang zu bringen, da der Grund, warum die entgegengesetzte Elektricität nicht wahrgenommen würde, durchaus unhaltbar ist. Sowohl um diesen zweifelhaften Punkt aufzuklären, als auch die Bedingungen nachzuweisen, unter denen die so misslichen Vertheilungsversuche am sichersten und leichtesten gelingen, sind die folgenden Versuche angestellt worden.

Es wurde dazu eine Scheibenmaschine gebraucht, die

Scheibe von 24 Zoll Durchmesser, welche bei gutem Wetter reichlich  $5\frac{1}{2}$  Zoll lange Funken ausgiebt. Der erste Leiter endigte mit einer 3 Zoll dicken Kugel. Als zweiter Leiter wurden zwei messingene Cylinder von 2 Fuss Länge und 2 Zoll Dicke angefertigt, welche an den Enden mit gleich dicken Halbkugeln geschlossen waren. In der Axe der Cylinder waren zwei aufgesägte federnde Hülsen angebracht, jedoch so, dass sie nicht hervorragten; in diese ließen sich zwei, mit  $\frac{3}{4}$  Zoll dicken Kugeln versehene Metallstangen einschieben, so dass durch beliebiges Herausziehen derselben dem Leiter jede Länge zwischen 2 und 4 Fuss gegeben werden konnte.

Zur Prüfung der Elektricität diente ein sehr empfindliches Bohnenberger'sches Elektrometer mit trocknen Säulchen. Es war seitwärts aufgestellt, so dass es von dem Drehen der Scheibe nur wenig Einwirkung erlitt; auch wurde es vor jeder Probe ableitend berührt.

Zur Uebertragung der zu prüfenden Elektricität diente eine kleine messingene Kugel von 8 Linien Durchmesser, welche auf einer zwei Fuss langen, oben und unten zugeschmolzenen Thermometerröhre aufgekittet war. Bei der bedeutenden Länge und Dünne dieser Röhre isolirte sie vortrefflich.

Weil die freie E. aus dem ersten Leiter, wegen der daran vorhandenen Saugspitzen, leicht entwich, so wurde einer der beschriebenen Cylinder, den wir A nennen wollen, in einer Entfernung von  $\frac{1}{2}$  Zoll daran gesetzt, so dass auf denselben Funken überspringen mussten. Es war derselbe also nur eine Fortsetzung des ersten Leiters, und er hatte nur den Zweck, eine etwas dauerndere Elektricitätsanhäufung zu erhalten, als dies beim ersten Leiter ohne beständiges Drehen der Scheibe hätte geschehen können.

Der isolirte Leiter, an dem die Erscheinungen beobachtet wurden, den wir B nennen, war auf einem eigenen Gestell beweglich. Sein abgewendtes Ende heisse

*a* (ab), sein zugewendetes Ende *z* (zu). — Siehe Fig. 8 Taf. I, worin *C* den Conductor der Maschine bezeichnet.

Es wurden nun die folgenden Versuche gemacht:

1) Der Leiter *B* wurde 4 Zoll weit von *A* aufgestellt, und eine halbe Umdrehung der Scheibe gegeben.

Der Leiter *B* zeigte auf seiner ganzen Länge freie +E.

2) Die Entfernung wurde nun 10 Zoll gemacht; auch jetzt zeigte der Cylinder *B* auf seiner ganzen Länge nur +E.

3) Dasselbe fand statt als die Entfernung auf 2, 3 und 4 Fuß erhöht wurde.

4) Prüfte man rasch hinter einander verschiedene Stellen des Cylinders *B*, so zeigte sich die freie +E. bei *a* am stärksten und bei *z* am schwächsten; allein hier war sie deutlich +E. Von *z* nach *a* hin erschien eine deutliche Zunahme, gleichviel, ob man die Proben bei *z* oder bei *a* zu nehmen anfing. Bei großen Entfernungen zwischen *A* und *B* war der Unterschied der Stärke bei *a* und *z* geringer als bei kleinen.

5) Wurde nach dem Drehen der Scheibe der erste Leiter und der Cylinder *A* ableitend berührt, so zeigte der Cylinder *B* dennoch an allen Stellen +E., und zwar überall gleich stark.

6) Wurde der Cylinder *B* nach dem Drehen der Scheibe an seinem gläsernen Fusse angefasst und weggetragen, so zeigte er, entfernt an ein Elektrometer gebracht, überall +E.

Der 5. und 6. Versuch beweist deutlich, dass wirkliche Mittheilung positiver Elektricität stattgefunden, und die beschriebenen Resultate herbeigeführt habe, weil nach Aufhebung aller vertheilenden Ursachen keine Recomposition zu 0 E stattfand. Die von Hrn. Prof. Pfaff beobachtete Erscheinung ist also eine gemischte aus Vertheilung und Mittheilung; das letztere, weil außerhalb des Wirkungskreises des Conductors ein Rest von +E. übrig blieb;

blieb; das erstere, weil die  $+E.$  an dem abgewandten Ende  $a$  sich stärker anhäufte, als am nahen Ende  $z$ . Wollte man einwenden, es hätte sich auch  $-E.$  von dem Cylinder  $B$  auf den Conductor geworfen haben können, so würde dies darum nicht weniger Mittheilung seyn. Da aber die vertheilende Elektricität immer viel stärker als die durch sie vertheilte, wegen der nothwendigen Entfernung, so ist die Mittheilung als von dem Conductor der Maschine ausgegangen zu betrachten.

Da es nun deutlich war, dass die zu grosse Intensität der Maschinenelektricität dieses Resultat herbeigeführt hatte, weil, um eine kräftige Vertheilung zu erhalten, der Conductor in den vorhergehenden Versuchen stark geladen worden war, so wurde

7) der Knopf aus dem Cylinder  $A$  ausgezogen,  $B$  auf 4 Zoll genähert und nun die Scheibe um einige Zoll gedreht. Es zeigte nun  $z$  deutlich  $-E.$  und  $a + E.$  Der Knopf  $z$  konnte bis auf 1 Zoll genähert werden, und immer zeigte derselbe deutlich  $-E.$  Wenn man die Proben überträgt, muss man aufhören die Scheibe zu drehen, weil sonst der Probeknopf in der Luft eine Elektricität aufnehmen kann; die gar nicht am Cylinder vorhanden ist.

8) Es wurde nun der Cylinder  $A$  ganz entfernt und  $B$  an die 3 Zoll dicke Kugel des Conductors angestückt. Auch hier zeigte sich die deutlichste Vertheilung, bei  $z - E.$ , bei  $a + E.$  Der Knopf  $z$  konnte bei sehr behutsamen Drehen der Scheibe bis auf  $\frac{1}{4}$  Zoll genähert werden, und zeigte immer noch freie  $+E.$

9) Es wurde nun wiederum der Cylinder  $A$  angesetzt, statt der  $\frac{1}{4}$  Zoll dicken Kugel eine flache Messingscheibe  $M$  (Fig. 9 Taf. I) von 8 Zoll Durchmesser in dessen Axe befestigt. Der Cylinder  $B$  wurde gegen die Mitte dieser Metallscheibe gerichtet und nun die Maschine bewegt. Die Vertheilung zeigte sich hier noch deutlicher, und es wurde die Annäherung des Knopfes  $z$  bis auf 2

Linien getrieben, ohne dass er aufhörte deutlich —E zu zeigen. Die Scheibe der Maschine darf aber bei diesem Versuche kaum um  $\frac{1}{2}$  Zoll gedreht werden.

10) Bei einer Entfernung von  $\frac{1}{2}$  Zoll wurde die Scheibe schwach gedreht, doch so, dass einige Funken auf den Cylinder *B* übersprangen. Gleich darauf zeigte dennoch der Knopf *z* —E. Bei dieser grossen Nähe ist die Vertheilung so kräftig, dass trotz der in Funken mitgetheilten +E. bei *z* —E. erscheint, und die davon gerissene +E., so wie die mitgetheilte +E. in den entfernten Knopf *a* zurückgedrängt wird. In grösseren Entfernungen gelingt dies nicht, und bei starkem Drehen der Scheibe zeigte alsdann *B* überall nur +E. Jedoch auch in der Nähe durften nicht zu viele Funken mitgetheilt werden, weil sonst das letztere Resultat ebenfalls eintrat.

11) Befestigte man an das abgewandte Ende *a* eine Metallspitze oder eine den Boden berührende Kette, so dass die +E. abfliessen konnte, so zeigte die nähere Hälfte des Cylinders *B* sehr starke —E., die entferntere Hälfte aber gar keine E. Man sieht also, dass es nicht die Bindung der —E. war, welche in dem Versuche des Hrn. Pfaff das Ausbleiben ihrer Anzeigen veranlaßte, sondern die überwältigende Kraft der mitgetheilten +E., wie dies bei der bekannten vorzüglichen Maschine des Hrn. Prof. Pfaff (Gehler's Wörterbuch, neue Bearbeitung, Art. Elektrisirmschine) um so wahrscheinlicher ist.

12) Die achtzöllige Messingscheibe wurde nun wieder entfernt. Zwischen die beiden Cylinder *A* und *B* wurde eine  $1\frac{1}{2}$  Fuss im Gevierte haltende Glasscheibe senkrecht aufgestellt und nun die Maschine bewegt. Die Vertheilung war sehr deutlich, und nicht so leicht Veranlassung zu Mittheilung. Näherte man die beiden Knöpfe bis zur Berührung der Glasscheibe an den beiden Seiten, so konnte keine Vertheilung hervorgebracht werden, weil die Oberfläche des Glases zu gut leitete; stand aber der

Knopf  $\alpha$  auch nur 1 Linie ab vom Glase, so trat schon Vertheilung ein.

13) Wurde, bei einem Abstande von 8 Zoll, 12 Zoll und darüber, abwechselnd die Glasscheibe zwischen gesetzt und entfernt, so zeigte bei Weglassung derselben der ganze Cylinder +E., bei Zwischenstellung derselben hatte der nahe Knopf  $\alpha$  immer -E. Dies wurde über zehn Mal, jedesmal mit demselben Erfolge wiederholt. Es wurde zu jeder Probe genau eine halbe Umdrehung der Scheibe gegeben. Bei Abständen unter 4 Zoll trat dennoch, wie auch schon in 10) erwähnt wurde, Vertheilung ein, selbst wenn die Glasscheibe entfernt war.

14) Es wurde ein an einem Ende geschlossener Glas-cylinder über den Cylinder A geschoben. Es zeigte sich auch hier deutliche Vertheilung, jedoch ohne sichtbare Vortheile, weshalb dieser Apparat aufgegeben wurde.

15) Der Knopf einer geladenen Leidner Flasche lässt sich ebenfalls mit Bequemlichkeit anwenden, sobald er nicht mehr sprühet. Gut ist es, wenn er dick ist, oder durch eine senkrechte Kreisscheibe ersetzt werden kann. Die lange Andauer der Ladung, und der Umstand, dass man mit jeder Maschine, selbst wenn sie nicht für beide E.E. eingerichtet ist, den Knopf der Flasche positiv oder negativ laden kann, machen die Leidner Flasche zu diesen Versuchen sehr empfehlenswerth.

16) Besonders bequem lassen sich stark geladene Harzkuchen zu Vertheilungsversuchen gebrauchen. Ihre flache Gestalt und ihre schlechte Leitungskraft schützen selbst in sehr nahen Abständen vollständig gegen Mittheilung. Die negative Ladung des Kuchens erhält man, wie bekannt, durch Peitschen mit Fellen, die positive, indem man eine Leidner Flasche am Knopfe anfasst, und die äufserre Belegung an den Conductor der Maschine hält, darauf aber auf den Kuchen aufsetzt und am Knopfe umherführt.

Wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, lassen

sich die Vertheilungsversuche auf sehr mannigfaltige Weise richtig ausführen. Man hat nur Sorge zu tragen, dass keine Mittheilung stattfinde, und die Entfernungen so viel wie möglich zu vermindern. Die folgenden Versuche sind meistens mit der flachen Metallscheibe und einem geladenen Harzkuchen angestellt.

17) Nach Biot befindet sich in der Mitte des der Vertheilung ausgesetzten Cylinders ein Indifferenzpunkt, wo  $+E$ . und  $-E$ . in ihrem natürlichen Zustande vorhanden sind. Diese Angabe ist jedoch rein ersonnen, und nicht durch einen Schein von Erfolg bestätigt. Mit den vorerwähnten Vorsichtsmafsregeln wurde der Cylinder *B* der Vertheilung ausgesetzt und seine Mitte geprüft, dieselbe zeigte in allen Fällen freie  $+E$ . Eben so zeigte die ganze entferntere Hälfte des Cylinders *B* nur  $+E$ , und noch ein groses Stück der dem Cylinder *A* näheren Hälfte. Es war jedoch in allen Fällen ein Indifferenzpunkt vorhanden, derselbe lag aber dem vertheilenden Einflusse viel näher, als dem abgewandten Ende.

18) Die Bestimmung der Lage des Indifferenzpunktes hatte Schwierigkeiten wegen der schnell sich ändern den Intensität der vertheilenden Elektricität. Als ich zu diesem Zwecke einen geladenen Harzkuchen anwandte, fand ich die abgestossene gleichnamige *E*. bei *a* viel schwächer, als die angezogene bei *z*, und zwar schwächer als bei allen Versuchen mit den geladenen Conductoren, woraus sich schliesen lässt, dass bei Anwendung dieser immer noch einige Mittheilung stattfand. Auf die Lage des Indifferenzpunkts hatten übrigens, als Resultat sehr vieler Versuche, folgende Umstände Einfluss: 1) die Entfernung der beiden Cylinder, 2) die Stärke der vertheilenden Elektricität, und 3) die Quantität der mitgetheilten Elektricität.

Was den ersten betrifft, so ist es einleuchtend, dass der Indifferenzpunkt niemals in der Mitte des Cylinders *B* seyn kann, wenn nicht gleich starke Elektricitäten von

entgegengesetzter Natur auf zwei verschiedenen Seiten wirken. Denn da der Knopf *z* immer näher ist als der Knopf *a*, so ist auch die Anziehung der — E. stärker als die Abstofzung der + E.; es nimmt deshalb auch — E. einen kleinen Raum auf dem nahen Ende *z* ein, während + E. den gröfsen Theil des Cylinders bedeckt. Daraus erklärt sich denn auch die immer bestätigte Beobachtung, dass — E. bei *z* viel intensiver ist als + E. bei *a*, besonders wenn keine Mittheilung, wie bei Harzkuhen, stattfand.

Je kleiner der Zwischenraum zwischen *B* und *A* ist, desto gröfsen ist der relative Unterschied der Entfernungen von *z* und *a*, welcher gleich der constanten Länge des Cylinders *B* ist, und bei sehr gröfsen Entfernungen weniger Einfluss hat, als bei kleinen. Die Erfahrung bestätigte auch, dass der Indifferenzpunkt um so näher bei dem vertheilenden Einflusse liegt, je geringer die Entfernung der beiden Cylinder. War diese letzte nur  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{1}{4}$  Zoll, so lag der Indifferenzpunkt häufig nur  $\frac{1}{2}$  Zoll hinter der äussersten Spitze des Knopfes *z*, so dass kaum  $\frac{1}{2}$  Zoll mit — E., dagegen  $2\frac{1}{4}$  Zoll des Cylinders *B* mit + E. bedeckt waren.

Der Indifferenzpunkt lag immer dem vertheilenden Cylinder um so näher, je stärker die vertheilende Elektricität war; eben so, je gröfsen die Quantität der mitgetheilten Elektricität war. Vielleicht hängen diese beiden Verhältnisse zusammen. Durch Mittheilung der gleichartigen E. rückt der Indifferenzpunkt immer dem Knopfe *z* näher, weil nun + E. an Stärke zunimmt, die — aber nicht; er kann zuletzt sogar über *z* hinausgehen, welches mit anderen Worten heisst, dass gar kein Indifferenzpunkt mehr vorhanden ist, und der ganze Cylinder nur mitgetheilte Elektricität zeigt.

Von der Lage des Indifferenzpunktes hängt auch folgende Erscheinung ab: fasst man einen Cylinder an seinem gläsernen Fusse an, und hält ihn einen Augenblick

vor einen negativ geladenen Harzkuchen in einer Entfernung von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Zoll, und bringt ihn gleich darauf an's Elektrometer, so zeigt der ganze Cylinder freie +E.; hält man ihn eben so gegen einen positiv geladenen Harzkuchen, so zeigt der ganze Cylinder nachher freie -E. Wegen der Lage des Indifferenzpunkts war der grössere Theil des Cylinders im ersten Fall mit -E. bedeckt, und diese, wegen reichlicher Berührung mit der Luft, einem grösseren Verluste ausgesetzt als die +E., welche nur einen kleinen Theil des Cylinders einnahm, und sich namentlich nicht bis an den gläsernen Fuß erstreckte. Nach Aufhebung der Vertheilung müfste also ein freier Rest von +E. zurückbleiben. Beim zweiten Falle findet dasselbe mit umgekehrten Zeichen statt.

Bei feuchtem Wetter waren die freien Reste grösser als bei trocknem, wegen verstärkter Leitung.

Gegen einen geladenen Conductor gehalten, wurde ebenfalls ein Rest von ungleichartiger Elektricität wahrgenommen, wenn die Scheibe nicht zu stark gedreht wurde; geschah dies aber, so zeigte der entfernte Vertheilungscylinder gleichartige mitgetheilte Elektricität.

Hängt man an verschiedene Stellen des Vertheilungscylinders doppelte Hollundermarkkügelchen an leitenden Fäden auf, und erregt Vertheilung, so divergiren alle Kügelchen ohne Ausnahme; die dem Conductor näheren, und somit auch die auf dem Indifferenzpunkt hängenden, werden mit grosser Hestigkeit gegen den Conductor hingezogen, und es kann auf diese Weise der Indifferenzpunkt nicht gefunden werden. Aus der Zeichnung dieses Versuchs in Biot's *Traité* geht deutlich hervor, dass dieser Versuch niemals angestellt, sondern nur nach Wahrscheinlichkeit combinirt worden ist.

Eben so ist auch das Anziehen eines elektrisirten Hollundermarkkügelchens auf der einen Hälfte, und das Abstoßen auf der andern schöner erfunden als bewiesen. In der Nähe des vertheilenden Conductors folgt das ge-

ladene Kugelchen nur den Eingebungen dieses mächtigeren Einflusses, ohne sich durch die schwächere Elektricität des Vertheilungscylinders stören zu lassen. Der Indifferenzpunkt kann auf diese Weise ebenfalls nicht gefunden werden.

Alle diese niedlichen von Biot beschriebenen Versuche sind aus der nicht bewiesenen Voraussetzung hergeleitet, dass der Indifferenzpunkt in der Mitte des Vertheilungscylinders liege.

An die vorgelegten Versuche lassen sich ohne Zweifel noch eine Menge andere fügen, welche dieselben theils bestätigen, theils erweitern.

*VI. Beobachtung einer Erdtrombe und Wasserröhre zu Coblenz am 1. Mai 1835; vom Medicinal-Assessor Mohr in Coblenz.*

Am heutigen Morgen hatte sich bei vorherrschendem Ostwinde und einem Barometerstande von  $27^{\circ} 8''$ ,9 mit  $+2^{\circ},0$  R. Thermometerstande Reif und ein dichter Nebel gebildet, welcher gegen 9 Uhr den hervordringenden Sonnenstrahlen weichen musste. Der Horizont heiterte sich auf, und gegen 12 Uhr war die Witterung freundlich und warm. Um diese Zeit bildeten sich in W. Gewitterwolken, das Barometer fing an langsam auf  $27^{\circ} 8''$ ,0 zu sinken, und der Himmel bewölkte sich. Um halb 3 Uhr bildete sich am Fusse der Alexander-Festung, im Felde von Neuendorf, ein Wirbelwind, der rasch zu einer fürchterlichen Stärke heranwuchs, Sand und Staub aufwühlte und mit sich fortführte. Er nahm seine Richtung von WNW. nach SO., gerade auf die Landspitze zu, welche von dem Ausflusse der Mosel in den Rhein an ihrem linken Ufer gebildet wird. Auf diesem Wege hatte er ganz die Stärke einer gewaltigen Erdtrombe an-

genommen. Eine Frauensperson, welche mit einem Korb voll Kraut auf dem Kopfe aus dem Felde kam, wurde davon zu Boden geworfen, der Korb mit dem Kraute aber hoch durch die Luft auf die andere Rheinseite fortgeführt. Ein Mann, welcher im Felde mit Kartoffelsetzen beschäftigt war, wurde eben so zu Boden geworfen, sein Korb mit Kartoffeln aber auf einige hundert Schritte weit in die Mosel geschleudert. Ein Knabe rettete sich durch Festhalten an einem Weidenstrauche, und andere Leute im Felde, welche von dem Meteor überfallen wurden, riesen einander zu und ließen sich zu Boden fallen. Die Staubwolke, welche wirbelnd über die Erde fortzog, war ganz grau von Farbe und undurchsichtig. Sie hatte eine schräge Lage nach der Strömung des Windes in den höheren Regionen mit dem oberen und breiteren Theile nach vorn, den unteren und schmäleren gleichsam nach sich ziehend. Sie hatte die scheinbare Form eines Trichters, dessen Spitze, nach unten gekehrt, einen Durchmesser von 30 bis 40 Fuſs hatte, dessen oberer Durchmesser aber drei bis vier Mal so groß war. Die Höhe hatte bald alle nahe gelegene Häuser weit überstiegen. Diese Trombe, deren Bewegung von einem fürchterlichen Sausen begleitet war, zog gerade über die Safian-Fabrik des Hrn. J. P. Münch hin, dessen Gebäude der erste höhere Gegenstand war, welcher davon berührt wurde. Unter schrecklichem Geprassel wurde das Dach des hinteren Gebäudes auf einige hundert Quadratfuß breit losgerissen und über das Hauptgebäude hinweg, etwa 40 Schritte weit, in's Feld geschleudert; die Fachwände wurden in allen Fugen erschüttert, das Mauerwerk theilweise herausgeworfen, in der unteren Werkstätte die Fenster zertrümmert, und ein fest eingeklemmter Pfosten, von 6 Zoll Dicke, mit der daran befestigten Glättmaschine umgestürzt. Eine zweite dieser Art, gerade daneben stehende, blieb unversehrt. Zugleich wurden mehrere Fenster, und am Dache der vorderen Gebäude die Schiefer

und Läden nebst den Fensterflügeln herausgerissen und alles weit umher zerstreut. Die im Speicher aufgehängten Häute wurden von der Trombe fortgerissen und in die hohe Luft geschleudert, wo man sie wie schwarze Punkte oder wie schwarze Vögel herumschwirren gesehen hat. Auf dem Platze vor dem Hause waren viele lackierte Häute, in Holzrahmen ausgespannt, zum Trocknen gelegen, deren jede 40 bis 50 Pfund an Gewicht betrug. Alle diese Rahmen wurden weit umhergeschleudert, und mehrere sehr beschädigt oder zerbrochen wieder gefunden; viele aber, so wie von den ersten Häuten, wurden über den Rhein oder in denselben geworfen, und sind verloren gegangen. Der ganze Verlust war noch nicht ermittelt. Dieses alles war in einigen Minuten geschehen. Ein Arbeiter in der Werkstätte, welcher gerade an der Glättmaschine arbeitete, als das Fenster hinter ihm zertrümmert wurde, behauptete, einen eigenthümlichen fremden Geruch dabei bemerkt zu haben, den ein anderer mit dem schwefeligen Geruche bei Gewitterschlägen vergleichen wollte. Dieser Geruch war noch  $\frac{1}{2}$  Stunde nachher bemerkbar (vermuthlich der eigenthümliche Geruch der freien elektrischen Strömung).

Diese Erdtrombe bewegte sich in der angenommenen Richtung rasch fort gegen das etwa 100 Schritte entfernte linke Ufer der Mosel. Hier veränderte sich das ganze Schauspiel und nahm eine andere Gestalt an. Die Erdtrombe wurde eine Wasserhose, und indem sie über die Oberfläche der Mosel quer nach dem rechten Ufer hinübereilte, wühlte sie das Wasser in so wildem Brausen auf, daß es, auf der ganzen Basis schäumend, auf eine bedeutende Höhe wirbelnd heraufgezogen wurde, während außerhalb des Wirkungskreises der Wasserspiegel weder gestört noch getrübt wurde. Der Trichter nahm eine Ausdehnung über die Hälfte des Flusbettes ein, und mitten aus diesem Trichter schien eine grauweisse Dunstsäule von Mannesdicke hervorzusteigen, deren An-

sehen und Bewegung alle Zuschauer mit dem Wasserdampfe aus den Dampfmaschinen verglichen, wenn das Ventil geöffnet wird. Die Säule schien zu einer unberechenbaren Höhe herauszusteigen, während sich aus den Höhen ein Wolkenkegel herabsenkte und mit derselben vereinigte. In dieser Form und Richtung gelangte sie an die Landspitze vom rechten Moselufer, an der Ecke des ehemaligen deutschen Hauses, wo die Mosel mit dem Rhein zusammenfließt. Hier schien das ganze Meteor einen Augenblick still zu stehen, nahm aber gleich seine Richtung in gerader Linie quer über den Rhein gegen den Ehrenbreitenstein hin, und, am dortigen Ufer angelangt, warf es das Wasser 8 bis 10 Fuß hoch auf das Ufer, und schleuderte zugleich eine Menge Sand und kleine Steine gegen das am Ufer gelegene Gartenhaus, worin viele Fensterscheiben zerbrochen, und zugleich viele Leinwand, welche daneben auf einer Bleiche lag, namentlich ein 60 Ellen langes Stück Tuch, in die hohe Luft fortgetragen wurde, wo man es wie eine Bandschleife herumflattern gesehen hat. Die Wasserhose rückte nun fort über die Mauer in den anstossenden Garten und hat viele Zerstörungen darin angerichtet. Sieben Bäume verschiedener Dicke, von 6 bis 8 Zoll Durchmesser, wurden theils in der Quere abgebrochen, theils die Aeste von 4 bis 6 Zoll Dicke abgerissen und nach allen Richtungen über die Mauern geschleudert. Ein Arbeiter im Garten, welcher die Thür eben schließen wollte, wurde von dem Strome ergriffen, und nur mit der äußersten Anstrengung und Anklammern an die Thür hat er der Gewalt widerstanden, um nicht fortgerissen zu werden. Er glaubte nach mehreren Stunden noch das Geräusch von einem hohen Wasserfalle in den Ohren zu haben, und wollte auch deutlich den oben erwähnten fremden Geruch bemerkten haben, der ihm das Athmen beschwerlich machte.

An dieser Stelle scheint das ganze Meteor sein Ende oder seine Entladung gefunden zu haben, obgleich der

erste Anstoß auch noch auf den östlich gelegenen Gebirgen, namentlich in den Ortschaften Arzheim, Ahrenberg bis Neuheusel verspürt worden ist. Die ganze Erscheinung war auf einmal verschwunden, indem die Wolken sich trennten und zurückzogen, nachdem sie etwa eine halbe Viertelstunde vom ersten Erscheinen bis zum Verschwinden gedauert hatte. Es ist nicht möglich die Zeit der Dauer genau anzugeben, weil alle Zuschauer, die sie von verschiedenen Standpunkten beobachteten, viel zu sehr von Erstaunen ergriffen waren, um darüber richtig urtheilen zu können. Wenige Minuten nach dem Aufhören fiel ein heftiger Platzregen mit so starkem Hagel, wie er hier nie beobachtet worden, theilweise so dick wie Haselnüsse oder dicke Erbsen. Er dauerte aber nur 5 bis 6 Minuten. Die Vögel vom Felde oder in der Luft, namentlich die Schwalben, retteten sich in die Speicherfenster. Unterdessen hatten sich die Gewitterwolken in W. in schwarzen Massen zusammengezogen und aufgethürmt. Sie kamen mit Blitz und Donner zum Ausbruch, und zogen in dreimaligen sehr heftigen Schlägen in derselben Richtung nach OSO. schnell über unsere Stadt weg. Die Masse des gefallenen Regens hatte bei nahe 3 Linien in verticaler Höhe oder  $\frac{1}{2}$  Quart Wasser auf den Quadratfuß betragen. Abends war das Barometer auf 27° 9'',0 gestiegen, der Himmel von Regenwolken überzogen, der Neumond mit einem Hofe umgeben, und die Temperatur auf +5°,6 R. gesunken. Keine anderen Erscheinungen sind dabei oder nachher beobachtet worden.

## VII. Beobachtung eines Erdbebens zu Coblenz.

**A**m 17. December 1834 Morgens gleich nach 6 Uhr wurde hier ein ziemlich starker Erdstoß verspürt, der

auch in den massivsten Häusern nicht unbemerkt blieb. Er war aber so urplötzlich und eben so schnell vorüber, dass man nicht sagen kann, aus welcher Richtung der Himmelsgegend er herkam, ob er eine oder zwei Secunden gedauert hat, und ob er wellenförmig oder laufend war. Es ist kein Schaden dadurch veranlaßt worden; die ganze Erscheinung stand so isolirt da, dass sie nur von entfernten Ursachen herzuröhren schien, und in den erloschenen Vulkanen unserer Nachbarschaft an der Vorder-Eifel keine Veranlassung zu suchen war.

Indessen ist diese Erschütterung nur in einem Umkreise von vier bis sechs Meilen dies- und jenseits des Rheins, so wie auch auf beiden Ufern der Mosel, von der Ahrgegend bis auf die Höhen des Hundsrücken, in der Gegend von Castellaue, beobachtet worden. Das von einigen Zeitungen verbreitete Gerücht über Verschwinden des Wassers im Ziehbrunnen bei Ochtendung hat sich nicht bestätigt, vielmehr ist dessen Ungrund, auf genaue Erkundigungen an Ort und Stelle, nachgewiesen worden.

In der Witterung lagen keine Vorzeichen zu dieser Erscheinung, wenn nicht ein vorangegangener, sehr heftiger Sturm als solches betrachtet werden kann, deßen aber auch schon früher in diesem Monat vorgekommen sind. Im Allgemeinen war die Witterung des Monats December sehr milde, neblig und regnerisch. Ein ungewöhnlich hoher Barometerstand, der fast unveränderlich und nur an 3 Tagen unter 28° 0" gestanden hatte, wurde vor- und nachher beobachtet. In den letzten Tagen vor diesem Erdstoss hatte das Barometer bei vorherrschendem Ostwinde die seltene Höhe von 28° 6",7 erreicht; die Temperatur stand einige Grade über Null, und der Horizont war an diesen Tagen heiter. In den Nächten war der Thermometrograph auf —3°,0 gesunken. Am 16. Morgens hatte sich ein dichter Nebel gebildet, der Tag war trüb, und Abends regnete es. Der Wind war an diesem Tage aus NO. in NW. übergegangen. Das

Barometer war Abends auf 28° 2'',7 gesunken. In der kommenden Nacht erhob sich ein fürchterlicher Sturm, welcher in einen wahren Orkan ausartete und mehrere Stunden dauerte. Das Barometer war auf 27° 10'',0 gesunken, und die Temperatur auf +2°,0 R. gestiegen. Nach Mitternacht hörte der Sturm auf, und Morgens erfolgte der Erdstoss ohne weitere meteorische oder tellurische Erscheinungen.

---

### VIII. *Ueber einige Krystallisationsverhältnisse;* *von C. G. Ehrenberg.*

---

Bei den zahllosen Beobachtungen, welche ich rücksichtlich der sehr allgemein behaupteten Entstehung der organischen Körper aus einem Urschleime angestellt habe, bin ich, ohne je ein solches Entstehen zu bemerken, anderen Erscheinungen begegnet, welche ein allgemeines Interesse haben. Mehrere habe ich in Beziehung auf Infusorien, Eingeweidewürmer, Schimmel u. s. w. bereits mitgetheilt, und so mögen denn auch einige Erscheinungen beim Krystallisiren von Salzen eine freundliche und nützliche Aufnahme finden.

In den ersten Zeiten des Mikroskops hat man die Krystallisationen sehr aufmerksam und sorgfältig beobachtet, weil sie mit dem Wechsel der thierischen Feuchtigkeiten, welcher damals in der theoretischen Medicin in hohem Ansehen stand, in directer Beziehung zu stehen schienen. Fast alle mikroskopischen Beobachter, von Leuwenhoek bis auf Gleichen, haben ihre Schriften damit erfüllt und viele Zeichnungen geliefert, die wohl die Revision eines speciellen Krystallologen verdienten. Man suchte damals besonders specifische Charakter für die Flüssigkeiten in jenen Krystallen, und es ist gar nicht

zu läugnen, daß die scheinbar gleichartigsten Salze, in verschiedenen Flüssigkeiten aufgelöst, beim Verdunsten der letzteren, unter dem Mikroskop gar oft ganz bestimmte und eigenthümliche Formen zusammengesetzter oder zersplitterter (dendritischer) Krystallisationen zeigen, so das in den verschiedenen Blutarten aufgelöste sogenannte Kochsalz u. s. w.

Auch mich haben diese Verhältnisse beschäftigt, aber die Mühe hat sich nicht durch Auffinden klarer Prinzipien belohnt. Ich muß das gewiss einst fruchtbare Feld umsichtigeren Beobachtern wahrscheinlich überlassen.

Ein besonders großes Interesse für mich hatte das erste plötzliche Entstehen eines neuen Krystals, und da ich das plötzliche Entstehen von organischen Körpern mit einer mir selbst jetzt lächerlichen Beharrlichkeit immer wieder zu suchen endlich ermüdete, so wendete ich einige Aufmerksamkeit auf diese anorganischen Bildungen. Ja ich stellte mir vor, daß wohl doch ein und dasselbe Lebensprincip überall walte, und so hoffte ich denn von einer scharfen Beobachtung des ersten Bildungsmomentes doch Nützliches.

Zur Erklärung der organischen Bildungen habe ich bisher von solchen Beobachtungen nichts gewonnen, aber einige Erscheinungen, die ich oft wiederholt zur Ansicht bekam, halte ich der Mittheilung für werth.

#### I. Ueber einige mikroskopische Erscheinungen beim Anschießen der Krystalle im Allgemeinen.

Es ist zuerst auffallend beim Beobachten der ersten Krystallbildung im Mikroskop, bei 300- bis 800maliger Diametervergrößerung, eine überaus große Thätigkeit am Krystalle zu erblicken, ohne irgend eine Strömung in der Flüssigkeit zu erkennen. Es entsteht plötzlich ein fester, wegen geringerer Durchsichtigkeit erkennbarer Punkt in der durchsichtigen Flüssigkeit, welcher mit erstaunens-

werther Geschwindigkeit wächst, und alles ladet ein, sich vorzustellen, dass hier die vorher im Wasser locker zerstreuten und suspendirten Theile, welche ihn bilden, und die man sogar absichtlich erst auflöste und sichtlich zerrienen ließ, sich concentriren, verdichten. Diese Concentrirung setzt eine Bewegung voraus, und man ist geneigt eine atomistische Anhäufung so anzunehmen, dass dieselbe bis zum Rande des Krystals hin an Dichtigkeit zunehme, und dass irgend eine positive Kraft am Krystall selbst sie plötzlich binde. Bei dieser Vorstellungsart ist es durchaus auffallend, dass man nie in der Nähe des Krystals eine Bewegung oder Trübung erkennt. Die Ränder des rasch wachsenden Krystals sind immer durchaus scharf zu erkennen, und um den Krystall ist Ruhe und Klarheit. Um diesen sonderbaren Verhältnissen näher zu kommen, versuchte ich auch oft stark gefärbte Krystalle zu beobachten. Ich löste in klarem destillirten Wasser oft saures chromsaures Kali und Kupfervitriol auf, welche beide sehr intensiv gefärbte, dem Krystalle selbst inhärente und unter dem Mikroskope bei durchgehendem Lichte sichtbare Farben führen. Bei beiden ist eben so wenig eine durch Concentration der farbigen Partikeln sichtbare Strömung oder trübende Anhäufung um den Krystall zu erkennen, während derselbe mit erstaunenswerther Schnelligkeit bei ganz klaren Umrissen wächst. Man wird versucht, hier an der Richtigkeit der atomistischen Erklärungsweise zu zweifeln. Ich versuchte auch durch Aufblasen von sehr feinem Staube auf die krystallisirendé Flüssigkeit die Strömungen zu beobachten; allein nur beim letzten Verdunsten erfolgten sie aus anderen als den gesuchten, nahe liegenden Gründen. Da, wo alles Krystallisirbare einer Flüssigkeit sich auf *einen* Krystall wirft und noch vor Verdunstung der ganzen Flüssigkeitsmasse abscheidet, ist eine Concentration der Partikeln theoretisch nothwendig; wie sie aber ohne sichtliche Bewegung und ohne einen Hof um den anfang-

den Krystall zu bilden möglich sey, habe ich mir nicht deutlich machen können.

Man hat sich wohl die Bildungen von Materien-Anhäufungen im Weltraume (*sic parvis componere magna solebam*) oft so gedacht, dass erst eine neblige Stelle entstehe, deren Materie sich in der Mitte allmälig verdichte, dann einen Kern mit einem Hofe bilde, und endlich wohl einen selbstständigen scharf umschriebenen Weltkörper darstelle, und hat so die verschiedenen derartigen Erscheinungen am Himmel in eine genetische Folge gebracht. Diese Bildung der Weltkörper aus Urmaterie hatte neben der Generatio spontanea der organischen Körper einige Wahrscheinlichkeit. Ich bin weit entfernt, mich in Discussionen über so sublime Gegenstände zu vertiefen; allein bemerkenswerth scheint mir doch, dass die Krystallisations-Erscheinungen, welche jenen cosmischen am nächsten stehen sollten, sich so ganz entfernen und keine Trübung durch Verdichtung der Materie vor der Krystallisation, und keinen Hof während der Krystallisation zeigen. Weitere Folgerungen sind mir zu fern.

## II. Ueber ein besonderes Krystallisationsverhältniss des Chlornatriums.

Wenn ich Kochsalzaufösungen bei sehr starker Vergrößerung betrachtete, so bemerkte ich häufig eine sehr auffallende Erscheinung. Es bildeten sich nämlich am Verdunstungsrande 6seitige, oft ganz regelmässige Tafeln, und aus ibnen schossen immer wieder andere scheinbar hervor, oder vielmehr es setzten sich mit grosser Schnelligkeit immer neue an die alten an. Mitten in diesen 6seitigen sehr zarten, oft grossen Tafeln entstand dann plötzlich an irgend einer Stelle ein, wie durch einen elektrischen Funken erregter Punkt, welcher die Masse der Tafeln um sich her auflöste und an sich zog. Sehr bald erkannte ich in ihm einen kleinen, mit unbegreiflicher Schnelligkeit wachsenden Cubus, welcher sich genau in dem

Maafse

Masse vergrößerte als die 6seitigen Tafeln sich verkleinerten, oder durch Substanzverlust ausbuchteten. Eine Zeit lang war ich nicht im Stande diese Erscheinung willkürlich hervorzurufen; allein ich fand sie späterhin in einer Art wieder, wie sie noch viel auffallender und beständig herbeizuführen war. Dies war beim Verdunsten von Seewasser, sowohl der Ostsee als der Nordsee. Bringt man einen sehr kleinen und flachen Tropfen Seewasser auf einer Glastafel unter das Mikroskop, so krystallisiert sehr bald das darin aufgelöste Salz in verschiedenen Formen nach den verschiedenen Arten. Eine dieser Arten und Formen sind außerordentlich zarte 6seitige Tafeln, oft etwas dendritisch. Fixirt man da wo sie noch wachsen eine einzelne, so bemerkt man die Erscheinung allemal, und zwar ist sie so allgemein, dass beim völligen Verdunsten alles freien Wassers nie und nimmer 6seitige Tafeln übrig bleiben, sondern alle verwandeln sich in Cuben, aber so, dass die Tafel-Form sich völlig wieder auflöst und neu gestaltet. Ich war der Meinung, dass ich wohl zwei verschiedene Salze vor mir habe, und deshalb versuchte ich chemisch reines Kochsalz in destillirtem Wasser aufgelöst. Auch hier fand ich dieselbe Erscheinung, nur nicht so häufig, sondern gewöhnlicher schossen sogleich Cuben an. Besonders bemerkenswerth scheint mir, dass die Verwandlung der Krystallform mit genauer Benutzung und Aneignung *derselben* materiellen Theile verbunden ist. Es bleibt von den Tafeln nicht ein anderes Salz übrig, das für sich krystallisiert, sondern ihre ganze Substanz verwandelt sich in einen oder mehrere *an Masse gleichwerthige* Cuben. Die 6seitigen Tafeln, welche das Kochsalz bei sehr niederer Temperatur bildet, und welche von Prof. Mitscherlich erläutert worden sind, zeigen in der Form Aehnlichkeit; allein die Verhältnisse erscheinen dort anders. Hier war die Temperatur die gewöhnliche Lufttemperatur des Sommers oder

der Stube im Winter. Sollte die Verdunstung am Rande des Tropfens so sehr beschränkte Kälte erzeugen? Sollte es verschiedene Cohäsionszustände geben, welche durch überwiegende Anziehung eine Umwandlung von Krystallformen bedingen? Ist der Wassergehalt der Tafeln die Ursache der Veränderung? Dass Krystalle in Cylindergläsern sich erst oben bilden, dann wieder auflösen und unten anschiesen, ist eine andersartige Erscheinung. Ich begnüge mich, auf die Erscheinung aufmerksam zu machen, und habe deshalb eine Zeichnung derselben beifügt.

#### Erklärung der Abbildung.

**Fig. 1 bis 4 Taf. II** stellt einen aus drei Krystallen bestehenden frei angeschossenen Tafel-Krystall von Chlornatrium vor. Nachdem er die bei Fig. 1 gezeichnete Grösse erreicht hatte, bildete sich plötzlich bei *a* ein sehr kleiner Punkt wie durch elektrischen Schlag, der durch rasches Wachsen bald eine cubische Form annahm, und in demselben Maafse zunahm als die Substanz des Tafel-Krystalls um ihn her verschwand. Gleichzeitig, und einen Moment später, bildete sich ein ähnlicher Punkt bei *b*.

**Fig. 2 Taf. II** zeigt das Zunehmen der Cuben und das gleichmässige Abnehmen der Tafeln. Dabei entstand plötzlich wieder bei *c* ein dritter cubischer Punkt.

**Fig. 3 Taf. II** zeigt das weitere Fortrücken der Verwandlung, wobei bemerklich ist, dass der Krystall *a* mehr Aneignungskraft hatte als *c*, und dass beim weiteren raschen Fortrücken der Erscheinung sich in einiger Entfernung von *b* noch mehrere Krystalle bildeten bei *d* und *e*.

**Fig. 4 Taf. II** zeigt wie der ganze Tafelkrystall sich

zuletzt in lauter Cuben verwandelt hatte, so daß nur noch eine seitliche Spitze übrig war, die bald auch verschwand.

Fig. A—C zeigt eine andere mehr zusammengesetzte Gruppe im Fortschreiten der Verwandlung begriffen, und bei C wieder kurz vor dem Verschwinden der letzten Spur der Tafelform.

Das Umsichfressen der cubischen Krystalle ist unter dem Mikroskop eine höchst unterhaltende und auffallende Thätigkeit.

### III. Ueber das willkührlich herbeizuführende Einschließen fremder Stoffe in Salpeterkrystalle.

Unter die sonderbaren Erscheinungen beim Krystallisiren gehört auch eine scheinbare Stoffaufnahme der Krystalle in ihren inneren Körper. Es ist schon längst bekannt, daß der Salpeter beim Krystallisiren immer Blasen, d. i. leere oder vielmehr mit Wasser erfüllte Räume zeigt. Ich wollte die Bildung solcher Räume im Momente des Entstehens belauschen, und konnte dies leicht. Es schien mir besonders dann zu entstehen, wenn die zwiebelförmig sich über einander lagernden Schalen oder Blätter nicht allseitig gleiche Stoffmengen verwenden konnten, daher im Anfange des Anschießens weniger als später. Diese Schwäche und Ungleichheit der Attractionskraft und Aneignung scheint den Salpeter auszuzeichnen. Ich versuchte dann künstliche Hindernisse, und glaubte die Krystallform dadurch noch mehr zu stören. Ich erhielt aber ein anderes eben so überraschendes Resultat. Ich hatte theils Carmin, theils Indigo als heterogene Stoffe in die Auflösung gemischt. Die Krystalle schossen eben so, theils regelmäſsig, theils unregelmäſsig an, aber in allen ihren inneren Blasen befanden sich auch die in das

Wasser gemischten farbigen Substanzen, so dass jene den *Thiermagen* ziemlich ähnlich erschienen. Diese Bildungsverhältnisse der Blasen habe ich in einer Abbildung anschaulich gemacht.

Erklärung der Abbildung.

Fig. 5 Taf. II *a*, *b*, *c*, *d*, *e* sind regelmässig voll auskrystallisierte Salpeterkrystalle.

Bei *f*, *g* und *h* lässt sich erkennen, dass ein und derselbe Krystall theilweise fortgewachsen ist, anderntheils geruht hat.

Bei *i*, *k*, *l* und *m* zeigen sich vollendete Krystalle mit Blasen und farbigem Einschluss.

Bei *n*, *o*, *p* lässt sich erkennen, wie durch ungleiches Wachsen noch unvollendeter Krystalle die Blasen entstehen. Bei *o* hat die innere Stelle *α* ihre attractive Thätigkeit eingestellt; dagegen wachsen noch *β* und *γ*, und das Wachsthum dieser Stellen scheint gerade der mehr hinterwärts gelegenen *α* die Nahrung (den Stoff) zu entziehen. Geschieht dies fort bis zum Abschluss der Form bei *δ*, so bleibt an der schwächer attrahirenden Stelle eine mit Wasser erfüllte, von den äusseren Krystschaalen umschlossene (überwachsene) Blase.

Diese Abbildungen sind bei 300 maliger Diameters-Vergrösserung entworfen.

---

---

**IX. Entwicklung und Berechnung des Datolithes, als erläuterndes Beispiel zu der in Bd. XXXIV gegebenen Projectionsmethode;**  
**von A. Quenstedt.**

---

Schon oftmals kam der Satz über die rationalen Theile, unter welchen die Axen von den Krystallflächen geschnitten werden sollen, zur Sprache, und man nennt solche Flächen krystallonomische; glaubt auch wohl, dass Haüy diesen Satz schon längst bewiesen habe, und trägt so kein Bedenken, ihn als Haupttheorem allen Lehrbüchern voranzusetzen. Haüy hat ihn aber im Grunde nicht bewiesen, da seine Theorie der integrirenden Körperchen das voraussetzt, was bewiesen werden soll. Es musste also für die Richtigkeit der Theorie erst selbst wieder ein Beweis gesucht werden, und diesen fand er in näherungsweisen Messungen, in deren Wesen es liegt, nicht eben zu strengen Beweisen geeignet zu seyn. Wenn jedoch je ein Beweis gegeben ist, so ist er durch die Zonenlehre gegeben, wie sich der Hr. Prof. Weiss selbst ausdrückt. Er legte nämlich zuerst in seiner bekannten Feldspathabhandlung den Fundamentalsatz aller krystallographischen Betrachtungen dar:

*dass man aus wenigen zum Grunde gelegten Flächen die Ausdrücke sämmtlicher übrigen finden könne, oder mit anderen Worten, dass die übrigen in solche Zonen fallen, welche durch jene zum Grunde gelegten schon eingesetzt sind.*

Nehmen wir zur Erläuterung das Projectionsbild des Feldspates zur Hand, wie ich es in meiner ersten Arbeit, diese Annalen, Bd. XXXIV Taf. III Fig. 1, gegeben habe, so zeigt ein blosser Blick auf die Figur, dass wir sämmtliche Sectionslinien ziehen können, sofern nur der

erste Kantenzonenpunkt, der im Durchschnitte der Sectionslinie der Säule  $T$  mit der der Schiefendfläche  $P$  liegt, nebst den beiden Diagonalzonenpunkten der Schiefendfläche  $P$  und der hinteren Gegenfläche  $x$  gegeben sind. Diese Zonenpunkte setzen aber weiter nichts voraus, als die eben genannten Flächen  $P$ ,  $T$  und  $x$ . Legen wir sofort durch die Zonenpunkte, welche durch die ihnen zugehörigen Sectionslinien gebildet werden, die Sectionslinie der übrigen Flächen, so werden nach und nach eine Reihe von neuen Zonenpunkten eingesetzt, mit deren Hülfe wir sämmtliche Sectionslinien construiren können. Man sieht ferner leicht ein, dass die Wahl nicht bloß auf diese besagten Punkte zu fallen braucht, sondern dass auch noch viele andere so beschaffen sind, durch sie die Sectionslinien der übrigen Flächen zu bestimmen.

Hierdurch ist der strenge Beweis gegeben, dass die dem Feldspathe untergelegten Axen rational geschnitten werden müssen. Denn die Kantenzonenpunkte erhalten

den Ausdruck  $\left(\frac{a}{1} + \frac{b}{1}\right)$ , die der Diagonalzonen von  $P$

und  $x$  die Ausdrücke  $\left(\frac{a}{1} + \frac{b}{\infty}\right)$  und  $\left(\frac{a'}{1} + \frac{b}{\infty}\right)$ . Jede Fläche, deren Sectionslinie durch diese Punkte geht, erhält aber einen aus den Factoren  $1$  und  $\infty$  zusammengesetzten Ausdruck, eben so auch die neuen eingesetzten Zonenpunkte, wie wir dieses in diesen Annalen, Bd. XXXIV S. 511 und 509, bewiesen haben, so dass hieraus einfach die rationalen Schnitte der Axen folgen.

*Die Zonenlehre behält ganz allgemein ihre Realität, unabhängig von allen Richtungen, die Zonen sind vielmehr selbst das Bedingende.* Die Ausdrücke für die Zonenpunkte können daher auch eine grössere Allgemeinheit erhalten. Wir hatten nämlich früher nur den besonderen Fall im Auge, dass die Zonenpunkte auf rechtwinklige Axen  $a$  und  $b$  in der Sectionsebene bezogen wurden. Allein da die Formeln ganz unabhängig vom

rechten Winkel blieben, so gelten sie auch für solche Axen  $a$  und  $b$ , die einen beliebigen Winkel  $\varphi$  unter sich machen, wenn anders wir unter den Abständen  $\frac{a}{m}$  und  $\frac{b}{n}$  nicht die senkrechten verstehen, sondern diejenigen, welche uns die durch den Zonenpunkt mit den Axen parallel gelegten Linien angeben. Es werden jetzt demnach die Axenabstände Seiten eines beliebigen Parallelogramms, während es oben die eines Rechtecks waren. Da nun auch die Axe  $c$  schief auf der Sectionsebene stehen kann, so ist die Länge der Zonenaxe die Entfernung der gegenüberstehenden Ecken eines schiefwinkligen Parallelepipeds, während es früher die eines rechtwinkligen waren. Die Seiten des Parallelepipeds sind die Axenebenen nebst ihren durch den jedes Mal in Rede stehenden Zonenpunkt gelegten Parallelens. Die Zonenpunkte behalten also dieselbe rationale Beziehung auf die Axe bei, nur dass die Axeneinheiten mit dem veränderten  $\varphi$  immer andere und andere werden.

Man kann nun allgemein jeder beliebigen Combination von vier Krystallflächen (ihre Parallelens jedes Mal mit einverstanden, so dass es also vier parallele Paare von Flächen sind), drei, wenn nicht rechtwinklige, so doch schiefwinklige Axen unterlegen. Denn nehmen wir irgend vier solcher Zonenpunkte heraus, durch deren Lage uns vier Flächen bedingt sind, und ziehen wir mit diesen Flächen vier andere parallel, aber ebenfalls durch Einen, wenn auch beliebigen Punkt außerhalb dieser Flächen: so bekommen wir nothwendig ein 1- und 1-gliedriges Octaëder, dessen je zwei gegenüberliegende Kanten parallel gehen. Da jedes Octaëder zwölf Kanten hat, so haben wir sechs Paare von parallelen Kanten. Sprechen wir im Sinne der Krystallographie von jedem solchen Paare als von Einer Kante, so bleiben uns im Octaëder nur sechs zu unterscheiden. Durch je zwei

dieser in einer Ecke gegenüberliegenden legen wir ein Parallelogramm, mithin verbinden drei Parallelogramme die Octaäderecken, die mit einander nur Einen Punkt gemein haben. Da ferner je zwei Parallelogramme sich in einer Diagonale schneiden, so haben wir auch nur drei Diagonalen, die sich nothwendig halbiren müssen, weil wieder je zwei von ihnen einem Parallelogramme zukommen, und diese Halbirung kann nur in dem gemeinschaftlichen Punkte geschehen, da er allein je zweien Diagonalen gemein ist. Die drei Diagonalen sind also die Axen des Octaëders. Der Gang des Beweises kann sehr leicht an jedem beliebigen Octaëder verfolgt werden, so dass wir es für überflüssig halten, ihn mit einer Figur zu unterstützen. Die zwei Kanten eines solchen Parallelograms bilden in der Sprache des Hrn. Professor Weifs ein Paar, wir haben demnach in jedem Octaëder drei Paare, und denken wir uns diese Kanten durch die Flächen eines Granatoides abgestumpft, so bekommen wir drei zugehörige Paare von Flächen. Es ist leicht ersichtlich, dass man auch das Octaëder als aus zweien solcher Paare entstanden denken kann. Wir können das Octaëder nun auch so stellen, dass wir nur eine jener drei Axen beibehalten, und zu den andern beiden das Paar Kanten desjenigen Parallelogramms wählen, welches von der beibehaltenen Axe durchbohrt wird. Denn legen wir diese Kanten durch den Mittelpunkt, so werden sie hier ebenfalls halbirt, können folglich als Axeneinheiten angesehen werden. Da nun die Projection stets auf einer Axenebene ausgeführt gedacht werden kann, wobei die dritte sich aus der Ebene erhebende Axe als absolute Einheit angenommen ist, so werden alle zu deducirenden Flächen die beiden Axen der Ebene rational schneiden, weil der schon oben citirte Satz, diese Annalen, Bd. XXXIV S. 511, ganz allgemein gültig ist.

So viel zur Einleitung.

Es sind nun zwei Wege, auf welchen wir uns das

Projectionsbild verschaffen können. Den einen schlugen wir in unserer ersten Abhandlung ein, wo gegebene Flächen, deren Axenausdrücke schon anderweitig gefunden waren, in einem Gesamtbilde dargestellt wurden; diesen möchte ich den *synthetischen* nennen. Der andere aber hat die schwierigere Aufgabe zu lösen: einzige und allein aus der Beobachtung des Krystals, ohne irgend eine andere Voraussetzung, sämtliche Flächen abzuleiten, ein Verfahren, das man *analytisch* nennen kann. Auch ein Beispiel dieser zweiten Art vorzulegen, mag uns der Datolith Gelegenheit geben, dessen neueres Vorkommen im Wäschgrunde bei Andreasberg ganz besonders dazu geeignet ist. Wir legen zu dem Ende die in Taf. III Fig. 3 und 4 gezeichneten Horizontal-Projectionen zum Grunde, die eine Menge von Zonen nachweisen, und beziehen uns außerdem auf Mohs Grundriß.

Die erste Schwierigkeit ist nun, von welchen Flächen sollen wir ausgehen? Im Allgemeinen werden wir solche wählen, die in stark entwickelte Zonen fallen. Häufig erleichtert die Natur selbst die Wahl, und deutet durch Vorherrschendwerden einer Zone die passendste Stellung an. So bei unserem Individuum durch die Säule  $M$ , Taf. III Fig. 4. Nehmen wir sie zum ersten Paare, und außerdem die auf ihre stumpfe Kante aufgesetzte Zuschärfungsfläche  $\nu$  zum zweiten, so bilden diese zwei Paare  $M$  und  $\nu$  (wobei man ihre Parallelen natürlich immer im Sinne hat) ein Octaëder, sofern man sie nur durch einen Punkt legt. Wir nehmen nun die Kante der Säule  $\frac{M}{M}$  zur Axe  $c$ , die Kante  $\frac{\nu}{\nu}$  zur Axe  $a$ , die Axe  $b$  verbindet zwei gegenüberliegende Ecken des Octaëders, und durchbohrt zugleich die Ebene, welche durch  $a$  und  $c$  gelegt gedacht ist, ihre Lage ist hierdurch bestimmt. Jetzt projiciren wir die Flächen auf eine Ebene, welche durch die Axen  $a$   $b$  geht, legen aber alle durch die Einheit der Axe  $c$ , die sich aus der Ebene  $ab$  er-

hebt. Zu dem Ende ziehen wir uns in der Ebene des Papiere, Taf. III Fig. 5, zwei Axen  $a$  und  $b$  unter einem beliebigen Winkel, da wir jetzt noch von keiner Winkelgrösse etwas wissen. Die Fläche  $v$  bekommt den Ausdruck  $[b:c:\infty a]$ ,  $\infty a$  darum, weil sie in der Axe  $a$  liegt, wenn wir dieselbe parallel mit sich verrücken, ihre Sectionslinie wird also  $v \dots v$  parallel der Axe  $a$ . Die Fläche  $M$  hat den Ausdruck  $[a:b:\infty c]$ ,  $\infty c$  wieder darum, weil sie in der Axe  $c$  liegt. Legen wir sie durch den Punkt  $c$ , so ist ihr Ausdruck  $\left[ \frac{1}{\infty} a : \frac{1}{\infty} b : c \right]$ , ihre Sectionslinie muss also von der  $v \dots v$  ein Stück  $tm = or =$  der Axeneinheit  $a$  abschneiden, eben so auf der hintere Seite  $ug = os$ , und was dem  $M$  der einen Seite wiederfährt, wiederfährt auch dem der andern, die Linie  $pm$  muss also auch der  $tu$  parallel werden. Da demzufolge  $mr = to =$  Axeneinheit  $b$ , und  $mt = ro =$  Axeneinheit  $a$  ist, so sind die Punkte  $m$ ,  $n$ ,  $p$  und  $q$  Kantenzenenpunkte. Wir beobachten jetzt an unserem Octaëder, Taf. III Fig. 7, eine Fläche  $a$ , welche die stumpfe Kante der Säule  $M$  dergestalt abstumpft, dass ihre Kante  $\frac{M}{a} \neq \frac{M}{M}$ , und ihre Kante  $\frac{v}{a} \neq \frac{v}{v}$  ist, folglich muss ihre Sectionslinie mit der Axe  $a$  zusammenfallen, und ihr Ausdruck wird  $[b:\infty a:\infty c]$ . Ferner beobachten wir an dem Krystalle, Fig. 7 Taf. III, eine Schiefendflache  $x$ , welche in die Kantenzenen  $p$  und  $m$  fällt, weil auf beiden Seiten die Kante  $\frac{x}{v} \neq \frac{x}{M}$  ist, folglich erhält sie den Ausdruck  $[a:c:\infty b]$ . Wir sehen außerdem an unserem Krystalle noch zwei Flächen  $P$  und  $b$ , die zunächst beide mit  $x$  parallele Kanten machen;  $P$  liegt aber überdies noch in der Axe  $a$ , da es mit  $v$  und  $x$  parallele Kanten macht, folglich muss  $P$  mit der Projectionsebene des Papiere zusammenfallen, erhält also den Ausdruck  $[c:\infty a:\infty b]$ . Hieraus folgt weiter, dass

die Zone, welche von  $b$  über  $x$  nach  $P$  geht, eine Verticalzone ist, und da  $b$  noch in der Axe  $c$  liegt, denn sie macht mit  $M$  und  $M$  parallele Kanten, so muss ihre Sectionslinie mit der  $b \dots b$  zusammenfallen, erhält somit den Ausdruck  $[a : \infty b : \infty c]$ . Ihr Durchschnitt mit der Sectionslinie  $v \dots v$  bestimmt uns den Diagonalzonenpunkt der Fläche  $v$ , und somit sind uns alle erforderlichen Punkte gegeben, aus denen wir sämmtliche folgende Flächen entwickeln können. Legen wir uns zu dem Ende die grössere Figur 1 Taf. III an, und ziehen in ihr die schon in Fig. 5 gezeichneten Linien, wobei es auf die Neigung der Linien unter sich durchaus nicht ankommt, wenn nur die relative Gleichheit ihrer Dimensionen festgehalten wird: so beobachten wir ferner eine Fläche, welche in die Diagonalzone von  $v$  und in eine Verticalzone der Säule nach der Endfläche fällt, wie die parallelen Kanten zeigen, welche die neue Fläche  $\varrho$  mit  $P$  und  $M$  macht. Ihre Sectionslinie geht also durch den Diagonalzonenpunkt  $\left(\frac{b}{1} + \frac{a}{\infty}\right)$  mit der Sectionslinie der Säulenfläche  $M$  parallel, weil sie in eine Verticalzone von der Säule nach der Endfläche fällt, also erhält sie den Ausdruck  $\varrho = [a : b : c]$ . Jetzt beobachten wir weiter, dass eine obere Octaëderfläche mit der Säule und Schiefenfläche in eine Zone, d. h. in die erste Kantenzone ( $a+b$ ) falle; wir dürfen also nur durch diesen Punkt eine Parallele mit der Sectionslinie der unteren Octaëderfläche ziehen, und ihr Zeichen ist scharf bestimmt als zweifach stumpfere in der Verticalzone, mithin  $r = [a : b : \frac{1}{2}c]$ . Da nun diese Octaëderfläche abermals in die Diagonalzone eines zugehörigen Paars fällt, welches auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt ist, so erweist sich auch dieses als zweifach stumpferes, und erhält somit den Ausdruck  $n = [b : \frac{1}{2}c : \infty a]$ . Außerdem ist an demselben Krystalle eine Fläche sehr schön ausgeprägt, welche in die Diagonalzone des unteren Paars fällt, also in  $(b+o a)$ ,

und zu gleicher Zeit die stumpfe Kante abstumpft, welche das obere Paar mit der Säule macht. Diese Kante durchbohrt die Sectionsebene im Punkte  $(2a' + 2b)$ , wir dürfen also nur beide Zonenpunkte verbinden, um den Ausdruck der Fläche  $\pi = [2a:b:c]$  zu erhalten. Alle diese Flächen waren auf der Vorderseite eines prächtigen Krystalles beobachtbar, dessen hintere außerdem nicht weniger schön ein Augitpaar zeigte, das in die Diagonalzone der Flächen  $\pi$  fiel, und außerdem eine Kante abstumpfte, welche die Endfläche mit einem Zuschärfungs-paare der Säule machte, das sich als zweifach schärferes ergab, d. h. wenn die Säulenfläche  $M = [a:b:\infty c]$  ist, so erhält sie den Ausdruck  $g = [a:2b:\infty c]$ , weil sie mit  $\xi$  und  $\nu$  in eine Zone fiel. Tragen wir diese Säulenfläche  $g$  in das Bild ein, so geht ihre Sectionslinie durch den Mittelpunkt und durch den Zonenpunkt  $(a+2b)$ . Sodann ist auch die obige Fläche bestimmt, denn sie geht durch den Zonenpunkt  $(2b+o\alpha)$ , und ihre Sectionslinie läuft mit der eben gezogenen  $g$  parallel, da sie mit ihr in eine Verticalzone fällt. Ihr Ausdruck wird also  $s = [a':2b:c]$ . Ein anderer Krystall zeigte noch recht schön ein unteres Augitpaar, welches ebenfalls in dieselbe Verticalzone fiel, außerdem aber in die Diagonalzone des unteren zugehörigen Paares  $\nu$ ; wir dürfen also nur durch diesen Punkt eine dritte Parallele ziehen, um die Sectionslinie der Fläche  $\sigma = [a':2b:2c]$  zu erhalten. Oester beobachtete ich auch recht schön die Abstumpfung der Kante des oberen Augitpaars, ihr Ausdruck ist damit gegeben, es ist die hintere Gegenfläche  $x = [a':c:\infty b]$ . Eine untere Schiefendfläche ist fast bei allen Krystallen beobachtbar, und da sie häufig mit der Säule und der unteren Octaëderfläche in eine Kantenzone fällt, also in die Kantenzone  $(\frac{a}{2} + \frac{b}{2})$ , so erweist sie sich als  $\xi = [c:\frac{1}{2}a:\infty b]$ . Häufig als feine Abstumpfung, mehrere Mal aber schön durch Zonen be-

stiumbar, zeigt sich eine Fläche, die in die Diagonalzone des unteren zugehörigen Paars  $\nu$  fiel, und überdies noch die stumpfe Kante abstumpfte, welche die Zuschärfungsfläche der Säule  $g$  mit der oberen Octaëderfläche  $q$  ihrer Seite bildet. Diese Kante schneidet die Sectionsebene im Punkte  $[2a' + 4b]$ ; also dürfen wir diesen Zonenpunkt nur mit dem von  $(b + oa)$  verbinden, und erhalten so die Fläche  $\mu = [\frac{2}{3}a : b : c]$ . Sie ist neu, lässt sich aber oft scharf beobachten. Ihr Gegenstück auf der hinteren Seite des Krystals, welches zu beobachten ich ebenfalls öfters Gelegenheit hatte, ist entschieden physikalisch different, ganz drusiger Oberfläche, aber aus einer Krystalldruse, welche ebenfalls neuerlich bei Andreasberg vorkam, deutlich zu bestimmen. Hr. Prof. Mohs, dem wir die erste ausführliche Abhandlung über das Datolithsystem verdanken, führt sie auch schon an. Sie fällt in die Diagonalzone des unteren zugehörigen Paars  $\nu$ , und in eine Zone, welche durch die Säule ihrer Seite mit den  $s$  ihrer Seite bestimmt wird; der Zonenpunkt dieser Zonenaxe liegt in  $(2a' + 2b)$ , folglich erhält die Fläche den Ausdruck  $\mu' = [\frac{2}{3}a' : b : c]$ . Flächen dieser Art geben dem Datolithsystem ein auffallendes 2- und 2-gliedriges Ansehen. Eben so sehen wir auf der hinteren Seite  $r' = [a' : b : \frac{1}{2}c]$  häufig auftreten. Sie entspricht auf der vorderen Seite der oberen Octaëderfläche, fällt ebenfalls in die Diagonalzone des oberen zugehörigen Paars, und ist auf die Säule gerade aufgesetzt, d. h. sie fällt in eine Verticalzone von der Säulenfläche  $M$  nach der Gradendfläche  $P$ . Eine andere schön zu beobachtende Fläche fällt in die Diagonalzone des oberen zugehörigen Paars  $n$ , und in eine Zone, welche die Säulenfläche ihrer Seite mit der Octaëderfläche  $r'$  der andern Seite macht; dieser Zonenpunkt schreibt sich  $(a' + b)$ , folglich bekommen wir die Fläche  $l = [\frac{1}{3}a' : b : \frac{1}{2}c]$ . Die eben genannte Druse zeigte uns noch eine sehr schön beobachtbare Fläche aus der Diagonalzone des oberen

zugehörigen Paars  $n$ , und aus einer Zone von der Gradendfläche nach der drusigen Fläche  $\mu'$ ; hieraus ergab sich ihr Ausdruck  $m' = [\frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}b : \frac{1}{4}c]$ . Stellen wir nun alle diese entwickelten Flächen nochmals übersichtlich zusammen, so erhalten wir folgende Reihe:

$$\begin{array}{ll}
 M = [a:b:\infty c] & r = [a:b:\frac{1}{2}c] \\
 P = [c:\infty a:\infty b] & r' = [a':b:\frac{1}{2}c] \\
 a = [b:\infty a:\infty c] & \sigma = [\frac{1}{2}a':b:c] \\
 b = [a:\infty b:\infty c] & s = [a':2b:c] \\
 g = [a:2b:\infty c] & \pi = [2a:b:c] \\
 v = [b:c:\infty a] & !p = [2a:b:\frac{1}{2}c] \\
 n = [b:\frac{1}{2}c:\infty a] & !\mu = [\frac{2}{3}a:b:c] \\
 !\xi = [c:\frac{1}{2}a:\infty b] & \mu' = [\frac{2}{3}a':b:c] \\
 x = [a:c:\infty b] & !m' = [\frac{2}{3}a':b:\frac{1}{2}c] \\
 !x' = [a':c:\infty b] & l = [\frac{1}{3}a':b:\frac{1}{2}c] \\
 !\varrho = [a:b:c] &
 \end{array}$$

Die Abstumpfungsfläche der stumpfen Kante  $a$  ist seltener zu beobachten. Die Fläche  $p$  ist durch ihre Zonenverhältnisse allem Zweifel überhoben.

Vergleichen wir unsere beobachteten Flächen mit den schon bekannten, so hat das Datolithsystem den nicht unbedeutenden Zuwachs von sechs neuen Flächen erhalten, als da sind:  $\varrho$ ,  $\xi$ ,  $x'$ ,  $\mu$ ,  $p$  und  $m'$ , die oben zur Auszeichnung mit »!« versehen sind, zum neuen Beweise, wie reich die Ausbildung unseres Systemes ist. Die Entwicklung seiner 2- und 1-gliedrigen Verhältnisse ist ebenfalls eigentümlich genug, um alle Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Sie findet nur im Haytorit eine Analogie. Auffallend ist zunächst das Vorherrschendwerden der Endfläche  $P$ , nebst den Zuschärfungsflächen  $v$  und  $n$ , deren Diagonalzonen so stark entwickelt sind, dass sie das ganze System beherrschen, und dem 2- und 2-gliedrigen sehr nahe bringen, wie wir es etwa beim Topas gewohnt sind. Wäre das System 2- und 2-gliedrig, so müfsten die Zonenpunkte diesseits der Axe  $b$  in Rück-

sicht auf Lage denen jenseits derselben identisch seyn. Ein Blick auf die Figur zeigt aber, daß dieses durchaus nicht der Fall ist, wenn hingegen die beiden Seiten der Axe  $a$  identisch sind. Zwar sehen wir auf der hinteren Seite Flächen auftreten, welche sie mit der vorderen Seite gemein hat, und wir haben auch dieses in der Wahl der Buchstaben geflissentlich hervorgehoben. Flächen dieser Beschaffenheit sind  $x$  und  $x'$ ,  $r$  und  $r'$ ,  $\mu$  und  $\mu'$ ; allein sie zeigen, so oft sie auch auftreten mögen, jedesmal physikalische Differenz, d. h. wenn  $x$  vorn glatt und glänzend ist, so ist  $x'$  hinten stets matt,  $\mu'$  drusig, wenn  $\mu$  vorn schön spiegelt. Wir sehen in dem Auftreten solcher Flächen nichts anderes als ein Bestreben, die im Innern des Krystals eingesetzte Differenz der vorderen und hinteren Seite wieder aufzuheben, um so seine 2- und 1-gliedrige Bildung der 2- und 2-gliedrigen zu nähern. Die Entwicklung der Kantenzenen, die bei Systemen, wie Feldspath, Hornblende, Epidot etc., eine so wichtige Rolle spielt, tritt bei diesem durchaus zurück, und wir sehen die Sectionslinie der Säule in dieser Beziehung vor anderen durchaus nicht ausgezeichnet. Die Axe  $b$  scheint deren Rolle übernommen zu haben, die außer den beiden Diagonalzenenpunkten auffallend genug keinen anderen Durchschnitt zeigen. Das einfache Verhältnis, in welchem beide Zuschärfungsflächen  $n$  und  $v$  zu einander stehen, daß die eine die zweifach schärfere der anderen ist, giebt den Dimensionsverhältnissen eine erfreuliche Einfachheit, und macht, daß die Zahl 2 im ganzen System ziemlich durchgreifend auftritt. Geflissentlich habe ich für beider Diagonalzenenpunkte verschiedene Systeme von Buchstaben gewählt (so ungern ich auch von der einmal gegebenen Mohsischen abwich), um ein Verhältnis deutlicher an's Licht zu ziehen, welches mir tief im Innern des Systemes begründet zu seyn scheint. Wie sich nämlich die beiden Zuschärfungsflächen  $n$  und  $v$  verhalten, daß  $n$  von  $b : \frac{1}{2}c$ , wenn

$\nu$  von  $b:c$  geht, gerade so verhalten sich eine ganze Reihe von Flächen, welche in ihrer Diagonalzone liegen. Die mit griechischen Buchstaben gehörten der  $\nu$ , die mit lateinischen der  $n$  an. Wir dürfen in diesem Sinne nur folgende Flächen vergleichen:  $x$  und  $\xi$ ,  $r$  und  $q$ ,  $s$  und  $\sigma$ ,  $p$  und  $\pi$ ,  $m'$  und  $\mu'$ , um das Gesetz auffallend bestätigt zu sehen. Wenn zu  $x'$  das Gegenstück  $\xi'$  fehlt, und ebenfalls von  $r'$  das  $q'$ , so nimmt uns dieses um so weniger Wunder, weil die Flächen  $x'$  und  $r'$  an sich schon so selten auftreten. Vielleicht finden sie sich später, so wie auch die Gegenstücke  $\lambda$  und  $m$  zu den vorhandenen  $l$  und  $\mu$ , um das Bild des Datoliths ganz vollständig zu machen. Es werden alsdann von den Endigungsf lächen die mit lateinischen Buchstaben bezeichneten einen oberen Kranz, die mit griechischen einen unteren bilden, so dass der untere von dem oberen der zweifach schärfere ist. Es würden auf diese Weise die vereinzelten einfachen Verhältnisse, wie sie in den Ausdrücken ausgesprochen sind, in Gruppen zusammengestellt, die uns leichter als jene den Weg zum Bildungsgesetze zeigen, welchen die Natur einschlug. So reich also auch die Entwicklung des Datolithsystems seyn mag, so fehlen uns doch immer noch Glieder, die um so erfreulicher wären, wenn sie unser angedeutetes Gesetz bestätigten. Beimerkenswerth ist es immer, dass unsere Axe  $b$  nur in den Punkten  $b$  und  $2b$  geschnitten ist. Wiewohl damit nicht anders schneidende Flächen ausgeschlossen bleiben, so sind sie doch selten. Herr Prof. Mohs giebt auch wirklich eine Fläche  $\frac{2}{3}Pr+1$  an, welche die Kante zwischen  $n$  und  $\nu$  abstumpfen würde, und nach unserer Bezeichnung den Ausdruck  $[b:\frac{2}{3}c:\infty a]$  bekäme. Ich habe sie nie anders als in problematischen Abstumpfungen gesehen, kann daher ihren Ausdruck nicht bestätigen. Eine andere Fläche, die ich ebenfalls nicht beobachten konnte, hat den Ausdruck

$-\frac{(\bar{P}r-1)^s}{2} = [\frac{1}{2}a':\frac{1}{3}b:\frac{1}{4}c]$ , sie liegt in der Diagonalzone der vorigen. Beide Flächen passen nicht in unsere Reihe, sie bilden nur Zwischenglieder, welche das ausgesprochene Gesetz weiter nicht aufheben können.

Besser passt eine andere von mir ebenfalls nicht beobachtete Mohsische Fläche  $-\frac{(\check{P}+1)^s}{2}$ ; sie würde mit

einer Fläche  $[\frac{1}{2}a':b:c]$  identisch seyn, folglich den Buchstaben  $\lambda$  erhalten, also ein gesuchtes Glied, z. B. der schon vorhandenen  $\lambda$  bilden. Allein Hr. Prof. Mohs scheint, der Figur nach zu urtheilen, wirklich unsere Fläche  $\lambda$  gemeint zu haben. Sie ist nur fehlerhaft bezeichnet, wie dieses nicht selten bei den complicirten Ausdrücken der Fall seyn muss, die immer einer Rechnung bedürfen, um controllirt zu werden. Wenn Hr. Dr. Kaiser im Cataloge der Bergemann'schen Sammlung eine Schiefendfläche  $[a:5c:\infty b]$  oder nach unseren Axen  $[a:\frac{5}{2}c:\infty]$  anführt, so ist dieses nur ein Rechnungsfehler, der sich gar zu oft einschleichen muss wenn man die Flächen nicht durch eine übersichtliche Projection, die uns sogleich die yvesentlichsten Verhältnisse zeigt, sondern durch Rechnung zu ermitteln sucht. Uebrigens ist 5 eine Zahl, die ich, so gern sie auch bei anderen Systemen auftreten mag, beim Datolith wenigstens ausschliessen möchte. Daher scheint mir die

Mohsische Fläche  $-\frac{(\check{P})^s}{2} = [\frac{1}{3}a':b:\frac{1}{2}c]$ , die ich nirgends beobachten konnte, noch einer genaueren Kritik unterworfen werden zu müssen. Ich bin sehr geneigt, an ihrer Stelle die Fläche  $[\frac{1}{4}a':b:\frac{1}{4}c]$  zu supponiren. Eine seltene Fläche, die ich nur an einem einzigen Krystall zu beobachten Gelegenheit hatte, erhält den Ausdruck  $[c:2b:\frac{3}{4}a']$ ; sie fiel sehr deutlich in eine Diagonalzone des oberen Paars  $n$ , und in eine Zone, welche das dru-

sige  $\mu'$  ihrer Seite mit dem  $s$  der andern Seite macht. Bei der drusigen Beschaffenheit der Fläche  $\mu'$  könnte sie wohl leicht mit  $[c : 2b : \frac{1}{2}a']$  identisch seyn, und dann wäre es die für die Mohsische —  $\frac{(\check{P})^5}{2}$  supponirte Fläche. Es liegt in der Natur der Sache, dass solche Flächen nur mit einer gewissen Unbestimmtheit ausgesprochen werden können, bis erst bestimmtere Beobachtungen die Wahrheit bestätigen.

Dieses wäre die vollständigste Darstellung des Dato-liths, wie man sie bis jetzt kennt. Wir haben sämmtliche Flächen aus ihren Zonalverhältnissen entwickelt, ihre symmetrischen Verhältnisse unter einander begriffen, und in der Projection dargelegt. Die Axenschnitte, welche uns durch den Zonenconnexus gegeben sind, sind einfach unter sich. Wir fassten aus diesen Schnittverhältnissen eine beliebige Einheit heraus, und legten sie den Ausdrücken für die Flächen zum Grunde. Dieses thaten wir aber nicht in dem Sinne, als wenn wir der Meinung wären, gerade diese Einheit habe vor den übrigen etwas voraus, und die sie begrenzenden Flächen bildeten eine sogenannte Grundform, in der alle basiren, sondern um irgend Bestimmtheit in unsere Ausdrücke zu bringen, mussten wir von einer bestimmten Form ausgehen, und willkührlich wählten wir gerade diese. Denn dass es gleichgültig war, wenn wir vielleicht Flächen aus der Diagonalzone des oberen Paars  $n$  genommen hätten, springt beim blossem Anblick der Figur sogleich in die Augen. *Das Allgemeine und das Wesen der Sache ist vielmehr das Verhältniss der Flächen unter sich, welches stets dasselbe bleibt, unabhängig von allen anderen Erscheinungen.* Und gerade dieses leuchtet aus unserer Figur auf's Deutlichste hervor, und wird durch die Zonenverhältnisse aufgedeckt. Deshalb ist dann auch nur der Weg der einzige richtige, der uns zur Erkennung die-

ses wesentlichen Verhältnisses im übersichtlichen Zusammenhange die besten Mittel bietet.

So hätte ich denn der oben gestellten Aufgabe, aus der Beobachtung der Zonalverhältnisse sämmtliche Glieder zu bestimmen, nach Kräften genügt. Freilich zeigen nicht alle Systeme eine so günstige Entwicklung der Flächen, wie gerade der Datolith, und es möchte wohl schwer halten, ja unmöglich werden, Systeme, wie Quarz, Titanit etc., auf diese Weise darzustellen und zu entwickeln; dennoch betritt man, selbst in den ungünstigsten Fällen, diesen Weg nur mit Vortheil. Denn gewöhnlich kann man aus der grösseren oder geringeren Neigung der Kanten, die eben so gut in der Figur, wie die Zonen, geschrieben steht, den ungefähren Ausdruck schon erschließen, und sind uns die Flächen im Voraus schon bekannt, so wird man kaum einen Fehlgriff begehen können. Will man jedoch zur zuverlässigen Gewissheit kommen, so ist eine strenge Messung die letzte Zuflucht.

Mit Fleiss habe ich bis jetzt nichts von Winkelgrössen erwähnt, um die Allgemeinheit der Zonenlehre in's klarste Licht zu setzen. Wir können uns jetzt noch in unsere Figur alle beliebigen Winkel hineindenken, und diese verschieden gedachten Winkel können zwar andere Neigungen der Axen unter sich und andere absolute Längen herbeiführen, aber die relativen Verhältnisse nicht im Geringsten ändern. In dieser Hinsicht sind also Winkel bedeutungslos, und man kann kleine Differenzen vernachlässigen, ohne dem Totalverständniß Eintracht zu thun. Wohl aber werden selbst kleine Winkeldifferenzen ihr volles Gewicht erhalten, wenn uns das Band erst mehr aufgeklärt ist, welches den Stoff mit der Form verbindet. Optik, Chemie und überhaupt mechanische Naturlehre werden uns hier hülfreiche Hand bieten. Der Krystallograph muß alsdann auch seinerseits die strengsten Messungen seinen Systemen unterlegen. Da der

Datolith nach den schärfsten jetzt bekannten einen Säulenwinkel von  $77^{\circ} 30'$  zeigt, auf dessen Kante die Endfläche  $P$  unter einem wenig schießen Winkel von  $91^{\circ} 41'$  gerade aufgesetzt ist, so dass sie sich auf beiden Seiten zur Säule unter einem Winkel von  $90^{\circ} 50'$  neigt, so kann man hieraus sich die Axenlängen berechnen. Um nun die Berechnung der Winkel weiter auszuführen, ist es bequem, sich die Elemente ein für alle Mal folgendermaßen zusammenzustellen:

$$\begin{aligned} \lg a &= 9,9963519 & \lg a^2 &= 9,9927037 & a &= 0,99164 & a^2 &= 0,98334 \\ \lg b &= 9,9008222 & \lg b^2 &= 9,8016444 & b &= 0,79583 & b^2 &= 0,63335 \\ \lg k &= 8,4645245 & \lg k^2 &= 6,9290490 & k &= 0,02914 & k^2 &= 0,0008492 \end{aligned}$$

Es ist hierbei die Axe  $c = 1$  gesetzt. Es war nun die allgemeine Formel für die Neigungswinkel der Kanten:

$$\sin: \cos = ab\sqrt{n^2(m \pm k)^2 + m^2b^2 + n^2a^2} : b^2(\mu \pm k)m - a^2mn.$$

In Rücksicht auf die Wahl des positiven und negativen Zeichens bedarf es einiger Vorsicht. Wie wir aus dem Beweise der Formel ersehen, gilt stets auf derjenigen Seite das Zeichen  $m + k$ , wo die gegen  $c$  rechtwinklig substituirte Sectionsebene über der gegen  $c$  schiefwinkligen liegt. Dies ist bei unserem Datolith auf der Vorderseite der Fall. Es gilt demnach das Zeichen  $m + k$  für die beiden vorderen Quadranten, und das Zeichen  $m - k$  für die beiden hinteren. Das Zeichen  $\mu \pm k$  bezieht sich auf die Sectionslinie, welche  $\mu + k$  bekommt, wenn sie die  $a$ , und  $\mu - k$ , wenn sie die  $a'$  schneidet. Nehmen wir nun z. B. einen der hinteren Quadranten, so gilt hier das Zeichen  $m - k$ . Die den Quadranten einschliessenden Axen  $a'$  und  $b$  sind als absolute Größen zu betrachten. Schneidet also die Sectionslinie diese, so sind die Factoren  $\mu$  und  $\nu$  in dem allgemeinen Ausdrucke

$$\left[ \frac{a'}{\mu} : \frac{b}{\nu} \right] \text{ positiv.}$$

Schneidet die Linie die Theile der Axen, welche jenseits des Centrums liegen und den Quadranten nicht einschliessen, so werden

hier die Factoren negativ. Beide können jedoch nie zu gleich negativ werden, weil sonst die Linie keinen Zonenpunkt aus dem Quadranten gemein haben kann. Das Zeichen  $\mu \pm k$ , welches für die Sectionslinie gilt, wird  $\mu - k$ , wenn die Linie  $a'$  schneidet, und zwar in unserem angenommenen Quadranten positiv, also  $+(\mu - k)$ ; hingegen  $\mu + k$ , wenn sie die Axe  $a$  schneidet, und zwar negativ, also  $-(\mu + k)$ , weil dieser Theil der Axe den Quadranten nicht einschließt. Es bleibt jedoch dasselbe, wenn man sich zur Regel macht, vorn gleichmäsig mit  $m + k$  auch  $\mu + k$ , so wie hinten mit  $m - k$  auch  $\mu - k$  zu setzen. Man hat dann weiter nichts zu berücksichtigen, als die Vorzeichen von  $\mu$  und  $v$ . Im Verlaufe der Rechnung wollen wir auf ein Beispiel aufmerksam machen.

Wollen wir jetzt die Neigungen der Flächen aus dem ersten Kantenzonennpunkte  $\left(\frac{a}{1} + \frac{b}{1}\right)$  berechnen, so dürfen wir in der allgemeinen Formel nur  $m = n = 1$  setzen, um für diesen Punkt folgende specielle Formel zu bekommen:

$$\sin : \cos = ab\sqrt{(1+k)^2 + a^2 + b^2} : (\mu + k)b^2 - va^2.$$

Da der  $\sin$  von den Veränderlichen  $\mu$  und  $v$  unabhängig ist, so ist er constant und allen Neigungen dieser Zone gemein. Es ist aber:

$$\begin{array}{rcl} a^2 + b^2 & = & 1,61669 \\ (1+k)^2 = 1 + k^2 + 2k & = & 2,05905 \\ \hline \dots & = & 2,67574 \\ \lg \sqrt{\dots} & = & 0,2137187 \\ \lg ab & = & 9,8971741 \\ \hline * \lg \sin & = & 10,1108928. \end{array}$$

Für die Neigung der Säulenfläche  $x = [a : \infty b]$  ist  $\mu = 1$ ,  $v = 0$ , folglich der  $\cos = (1+k)b^2$ , oder:

$$\lg(1+k) = 0,0124576$$

$$\lg b^2 = 9,8016444$$

$$\underline{\lg \cos = 9,8141020}, \text{ also:}$$

$$\lg \operatorname{tg} = 10,2967908$$

dieses gibt einen Winkel von  $63^\circ 12'$  als Neigungswinkel der Fläche  $x$  gegen die Säule  $M$ . Für die Fläche  $r = [b : \infty a]$  ist  $\mu = 0$ ,  $\nu = 1$ , folglich  $\cos = b^2 k - a^2$

$$\lg b^2 k = 8,2661689 \text{ gibt die Zahl}$$

$$0,018457$$

$$\underline{a^2 = 0,98334}$$

$$\underline{\cos = 0,964883}$$

$$\lg \cos = 9,9844733$$

$$\underline{\lg \operatorname{tg} = 10,1264195}$$

gibt als Neigung von  $\nu$  zu  $M$  den Winkel  $55^\circ 13'$ . Für die Fläche  $r = [2a : 2b]$  erhalten wir  $\mu = \frac{1}{2}$ ,  $\nu = \frac{1}{2}$ , folglich:

$$\lg(\frac{1}{2}+k) = 9,7235706$$

$$\lg b^2 = 9,8016444$$

$$\dots = 9,5252150$$

$$num = 0,33513$$

$$\frac{a^2}{2} = 0,49167$$

$$\underline{\cos = 0,15654}$$

$$\lg \cos = 9,1946253$$

$$\underline{\lg \operatorname{tg} = 10,9162675}$$

gibt als Neigungswinkel der Fläche  $r$  gegen  $M$   $85^\circ 5'$ .

Für den Zonenpunkt  $(2a' + 2b)$  aus dem hinteren Quadranten ist in der allgemeinen Formel  $m = \frac{1}{2}$ ,  $n = \frac{1}{2}$ , und da hier das negative Zeichen der Formel gilt, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= ab\sqrt{\frac{1}{4}(\frac{1}{2}-k)^2 + \frac{1}{4}b^2 + \frac{1}{4}a^2} : b^2(\mu-k)\frac{1}{2} - a^2 \cdot \nu \cdot \frac{1}{2} \\ &= ab\sqrt{(\frac{1}{2}-k)^2 + a^2 + b^2} : b^2(\mu-k) - a^2\nu \end{aligned}$$

$$(\frac{1}{2} - k)^2 = 0,22171$$

$$a^2 + b^2 = 1,61669$$

$$\dots = 1,83849$$

$$\lg \sqrt{\dots} = 10,1322200$$

$$\lg ab = 9,8971741$$

$$* \quad \lg \sin = 10,0293941$$

$$(1-k)b^2 = 0,61490$$

$$fl.s \dots \mu = 1, v = -\frac{1}{2}$$

$$\lg \cos = 10,0459485$$

$$\frac{a^2}{2} = 0,49667$$

$$\cos = 1,11157$$

$$\lg \tg = 9,9834456 \dots 43.54$$

$$fl.\mu' \dots \mu = \frac{1}{2}, v = -1$$

$$\lg \cos = 10,2821461$$

$$(\frac{1}{2} - k)b^2 = 0,93153$$

$$a^2 = 0,98334$$

$$\cos = 1,91487$$

$$\lg \tg = 9,7472480 \dots 29.12$$

$$fl.\pi \dots \mu = -\frac{1}{2}, v = 1$$

$$\lg \cos = 10,1200801$$

$$(\frac{1}{2} + k)b^2 = 0,33513$$

$$a^2 = 0,98334$$

$$\cos = 1,31847$$

$$\lg \tg = 9,9093140 \dots 39.4$$

$$kb^2 = 0,018457$$

$$fl.n \dots \mu = 0, v = \frac{1}{2}$$

$$\lg \cos = 9,7076724$$

$$\frac{a^2}{2} = 0,491667$$

$$\cos = 0,510124$$

$$\lg \tg = 10,3217217 \dots 64.31.$$

Wir können hier an einem Beispiel das über  $\mu \pm k$  Gesagte erläutern. Für die Fläche  $\pi$ , welche die Axe vorn schneidet in 2 und die Axe  $b$  in 1, erhalten wir eigentlich den  $\cos = b^2 - (\frac{1}{2} + k) - a^2 = -(b^2(\frac{1}{2} + k) + a^2)$ . Wir haben aber bei unserer Rechnung das Zeichen  $\mu - k$  beibehalten, und bloß  $\mu = -\frac{1}{2}$  gesetzt, wir bekommen alsdann  $\cos = b^2(-\frac{1}{2} - k) - a^2 = -(b^2(\frac{1}{2} + k) + a^2)$ , was dasselbe ist.

Hat der Zonenpunkt das allgemeine Zeichen

$$\left( \frac{a}{m} + \frac{b}{\infty} \right),$$

d. h. liegt er in der Axe  $a$ , so wird die speciellere Formel folgende:

$$\sin : \cos = \frac{b}{a} \sqrt{(m+k)^2 + a^2} : -v.$$

Das negative Vorzeichen des  $\cos$  lässt man unberücksichtigt. Wir überheben uns hier der weiteren Rechnung, und verlegen den Zonenpunkt in die Axe  $b$ . Da hier das allgemeine Zeichen  $\left( \frac{a}{\infty} + \frac{b}{n} \right)$  lautet, so bekommt die specielle Formel die Form:

$$\sin : \cos = \frac{a}{b} \sqrt{n^2 + b^2} : \mu \pm k.$$

Setzen wir in dieser  $n=1$ , d. h. haben wir den Zonenpunkt  $(b+o a)$  im Auge, so ist  $\sin = \frac{b}{a} \sqrt{1+b^2}$ , und  $\cos = \mu \pm k$ , wo das positive Zeichen für die Schnitte der Axe  $a$ , das negative für die der Axe  $a'$  gilt.

$$\lg \sqrt{1+b^2} = 0,1065330$$

$$\lg \frac{a}{b} = 0,0955297$$

$$* \lg \sin = 10,2026627$$

$$\text{fl } v \dots \mu = 0 \dots \lg k = 8,4645245$$

$$\lg \tg = 11,7375382 \dots 88.57$$

$$\text{fl } \pi \dots \mu = \frac{1}{2} \dots \lg (\frac{1}{2} + k) = 9,7235706$$

$$\lg \tg = 10,4784921 \dots 71.34$$

$$\text{fl } \varrho \dots \mu = 1 \dots \lg (1+k) = 0,0124576$$

$$\lg \tg = 10,1896051 \dots 57.8$$

$$\text{fl } \mu \dots \mu = \frac{3}{2} \dots \lg (\frac{3}{2} + k) = 0,1844200$$

$$\lg \tg = 10,0051851 \dots 45.20$$

$$\text{fl } \mu' \dots \mu = -\frac{3}{2} \dots \lg (\frac{3}{2} - k) = 0,1675536$$

$$\lg \tg = 10,0345091 \dots 47.17$$

$$\text{fl } \sigma \dots \mu = 2 \dots \lg (2-k) = 0,2946646$$

$$\lg \tg = 9,9073981 \dots 38.56$$

Für die Flächen der Verticalzone liegt der Zonenpunkt im Unendlichen, denn ihre Sectionslinien gehen parallel. Es fallen aber bekanntlich solche Flächen in eine Verticalzone, deren Zeichen  $\left[ \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} \right]$  die Form  $\left[ \frac{a}{p \cdot m} : \frac{b}{p \cdot n} \right]$  annimmt. Alle diese Sectionslinien gehen derjenigen der Säulenfläche  $\left[ \frac{a}{m} : \frac{b}{n} : \infty c \right]$  parallel, mit hin hat ihr Zonenpunkt, der im Unendlichen liegt, das Zeichen  $\left( \frac{a \cdot \infty}{m} + \frac{b \cdot \infty}{n} \right)$ . Wir setzen demnach in der allgemeinen Formel  $m = \frac{m}{\infty}$  und  $n = \frac{n}{\infty}$ , und erhalten so die specielleren:

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= ab \sqrt{\frac{n^2}{\infty^2} \left( \frac{m+k}{\infty} \right)^2 + \frac{m^2}{\infty^2} b^2 + \frac{n^2}{\infty^2} a^2} : \\ &\quad b^2(\mu+k) \frac{m}{\infty} - a^2 \nu \frac{n}{\infty} \\ &= ab \sqrt{n^2(a^2+k^2)+m^2b^2} : b^2(\mu+k)m - a^2 \nu n. \end{aligned}$$

Die Flächen  $P$ ,  $\varrho$ ,  $r$ ,  $r'$  fallen in eine Verticalzone, suchen wir ihre Neigung gegen die Säule  $M$ , so müssen wir  $m=n=1$  setzen, und erhalten dann:

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= ab \sqrt{k^2 + a^2 + b^2} : b^2(\mu+k) - a^2 \nu \\ k^2 + a^2 + b^2 &= 1,61754 \end{aligned}$$

$$\lg \sqrt{\dots} = 10,1044221$$

$$\lg ab = 9,8971741$$

$$* \quad \lg \sin = 10,0015962$$

$$\text{fl } P \dots \mu = 0, \nu = 0$$

$$\lg kb^2 = 8,2661689$$

$$\lg \tan = 11,7354273 \dots 88.57$$

$$\text{fl } \varrho \dots \mu = 1, \nu = -1 \quad (1+k)b^2 = 0,65180$$

$$\lg \cos = 10,2135443 \quad a^2 = 0,98334$$

$$\cos = 1,63514$$

$$\lg \tan = 9,7880519 \dots 31.33$$

$$\begin{array}{r} \text{fir } \mu = \frac{1}{2}, v = -\frac{1}{2} \\ \lg \cos = 9,9174005 \end{array} \quad \begin{array}{l} (\frac{1}{2} + k)b^2 = 0,33513 \\ \frac{1}{2}a^2 = 0,49167 \\ \hline \cos = 0,82680 \end{array}$$

---


$$\begin{array}{r} \lg \operatorname{tg} = 10,0841957 \dots 50.31 \\ \text{fir } \mu = -\frac{1}{2}, v = \frac{1}{2} \\ \lg \cos = 9,8975666 \end{array} \quad \begin{array}{l} (\frac{1}{2} - k)b^2 = 0,29822 \\ \frac{1}{2}a^2 = 0,49167 \\ \hline \cos = 0,78989 \end{array}$$


---

$$\lg \operatorname{tg} = 10,1040296 \dots 51.48$$

Da wir die Neigung der fünf Flächen unter sich kennen, so kann man durch einfache Addition und Subtraction die Neigungen der Flächen gegen  $P$  finden.

Was endlich die Neigung der Flächen gegen die Axe  $c$  betrifft, so kann man die Formel leicht finden, indem man vom Mittelpunkte auf die Sectionslinie in der gegen  $c$  rechtwinkligen Sectionsebene ein Perpendikel fällt, dieses ist dann der  $\sin$ , wenn die Axe  $c$  selbst der  $\cos$  ist. Jedoch wir können es ebenfalls aus unseren Formeln entwickeln, denn die Neigung einer Fläche  $\left[ \frac{a}{\mu} : \frac{b}{v} \right]$  gegen  $c$  kommt mit der überein, welche sie gegen eine solche Säulenfläche hat, die mit ihr in der gegen  $c$  rechtwinkligen Sectionsebene parallele Sectionslinien macht. Da besagte Fläche  $\left[ \frac{a}{\mu} : \frac{b}{v} \right]$  hier aber den Ausdruck

$$\left[ \frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{v} \right]$$

bekommt, so muß die Säulenfläche so beschaffen seyn, daß sie dem Ausdrucke  $\left[ \frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{v} : \infty c \right]$  in der gegen  $c$  rechtwinkligen Sectionsebene genügt. Die Sectionslinien gehen dann in dieser Ebene parallel, ihr Zonenpunkt erhält also das Zeichen  $\left( \frac{a \cdot \infty}{\mu \pm k} + \frac{b \cdot \infty}{v} \right)$ , worin das eine Glied negativ zu nehmen ist, wenn wir das andere po-

sitiv setzen, und umgekehrt. Substituiren wir also in die Formel der gegen  $c$  rechtwinkligen Sectionsebene

$$\sin : \cos = ab\sqrt{m^2 n^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : b^2 \mu m - a^2 \nu n$$

$m = \frac{\mu \pm k}{\infty}$ ,  $n = \frac{-\nu}{\infty}$ ; ferner  $\mu = \mu \pm k$ ,  $\nu = \nu$ , so erhalten wir die neue:

$$\begin{aligned}\sin : \cos &= ab\sqrt{\frac{(\mu \pm k)^2}{\infty^2} \cdot \frac{\nu^2}{\infty^2} + \frac{(\mu \pm k)^2}{\infty^2} b^2 + \frac{\nu^2}{\infty^2} a^2} : \\ &\quad b^2 \frac{(\mu \pm k)^2}{\infty} + a^2 \frac{\nu^2}{\infty} \\ &= ab\sqrt{(\mu \pm k^2 b^2) + \nu^2 a^2} : b^2 (\mu \pm k)^2 + a^2 \nu^2 \\ \sin \cos &= ab : \sqrt{b^2 (\mu \pm k)^2 + a^2 \nu^2}.\end{aligned}$$

Wir sind jetzt in den Stand gesetzt durch vorstehende Formeln, die sämmtlich aus der allgemeinen hervorgingen, jede nur mögliche Kantengröße zu finden.

Die Kenntnis der ebenen Winkel hat weniger Interesse, und ist von geringerer Wichtigkeit. Jedoch wollen wir ebenfalls ein Beispiel geben.

Wir haben in diesen Annalen, Bd. XXXIV S. 652, die beiden allgemeinen Formeln der ebenen Winkel für drei rechtwinklige Axen aufgestellt. Da es uns dort nur um eine Einsicht in die Rechnung zu thun war, so lassen wir das  $\nu$  noch unbestimmt. Wollen wir die Formeln jedoch praktisch anwenden, so müssen wir zunächst den Coefficienten  $\frac{1}{\nu}$  suchen. Die allgemeinen Formeln,

welche auf einer Sectionslinie  $\left[ \frac{a}{m} : \frac{b}{n} \right]$  statt haben, waren:

$$1) \sin : \cos = n^2 a^2 \pm \frac{1}{\nu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : mn \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2};$$

$$2) \sin : \cos = m^2 b^2 \pm \frac{1}{\nu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : mn \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2},$$

wo das  $\frac{1}{\nu}$  in beiden Formeln noch verschiedene Werthe hat.

Nennen wir in Fig. 6 Taf. III das gesuchte Stück

$$\frac{p}{\nu}, p = \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}, \text{ so verhält sich:}$$

$$\frac{a}{m} : \frac{a}{\mu} = p : \frac{p}{\nu}, \frac{p}{\nu} = \frac{m}{\mu} p,$$

der andere Theil von  $p$  ist dann  $\frac{\mu-m}{\mu} p = \frac{n}{\nu} p$ , wo  $\frac{1}{\mu}$

und  $\frac{1}{\nu}$  die gewohnten Bezeichnungen für die Abstände des Punktes von den Axen bedeuten. Die beiden Formeln bekommen also jetzt den Ausdruck:

$$1) \sin: \cos = n^2 a^2 \pm \frac{n}{\nu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : mn \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2}$$

$$= n a^2 \pm \frac{1}{\nu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : m \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2}$$

$$2) \sin: \cos = m^2 b^2 \pm \frac{m}{\mu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : mn \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2}$$

$$= m b^2 \pm \frac{1}{\mu} (n^2 a^2 + m^2 b^2) : n \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2 + a^2 b^2}$$

Den  $\cos$  trifft die Sectionslinie im Punkte  $x$ ; von den zwei Gliedern des  $\sin$  der Formel (2) bedeutet  $yx$  das erste Glied, wovon das zweite subtrahirt werden muss, so oft der Schenkel des ebenen Winkels zwischen  $xy$  fällt, hingegen dazu addirt, wenn er über  $y$  hinaus fällt. Eben so verhält es sich mit der Formel (1) auf der andern Seite des  $\cos$ . Man bekommt nun aber immer noch dieselbe absolute Linie  $qx$ , mag man von  $xy$  das größere Stück  $qy$  abziehen, oder zu  $zx$  das Stück  $qz$  addiren. Wir können daher mit *Einer* Formel fort rechnen, wenn wir nur den  $\sin$  in seiner absoluten Größe nehmen. Am bequemsten rechnet es sich vielleicht mit der zweiten. Wir legen also diese ein - für allemal der Rechnung zum Grunde, setzen in dieser statt des Zeichens »±« das einfachere »—«, müssen aber dann  $\mu$  positiv oder negativ nehmen, je nachdem es durch die

Axe  $a$  derselben Seite, wo der  $\cos$  die Sectionslinie trifft, gemessen wird, oder durch die der entgegengesetzten. Wollen wir nun die Correctionsformel einführen, so setzen wir nur  $m = m \pm k$ , wo das Zeichen davon abhängt, ob der  $\cos$  einen vorderen oder einen hinteren Quadranten trifft, und  $\mu = \mu \pm k$ , abhängig davon, ob es durch die Axe  $a$  oder  $a'$  gemessen wird. Die allgemeine Formel lautet demnach:

$$\sin : \cos = (m \pm k) b^2$$

$$-\frac{1}{\mu \pm k} \left( (m \pm k)^2 b^2 + n^2 a^2 \right) : n \sqrt{n^2 a^2 + (m \pm k)^2 b^2 + a^2 b^2} *$$

Wir können in dieser Formel wieder gleichmäßig mit  $m+k$  auch  $\mu+k$  und mit  $m-k$  ebenfalls  $\mu-k$  setzen, müssen dann aber auf die Vorzeichen von  $\mu$  achten, welche positiv sind, so oft der senkrechte Abstand in dem Quadranten liegt, wo der  $\cos$  die Sectionslinie schneidet, negativ im entgegengesetzten Falle.

Suchen wir nun z. B. die ebenen Winkel in der Fläche  $\varrho$ , so gilt hier, da der  $\cos$  einen vorderen Quadranten schneidet, das Zeichen  $m+k$ , und da  $\varrho = [a:b]$ , so ist  $m=n=1$ , folglich die specielle Formel:

$$\sin : \cos = (1+k) b^2$$

$$-\frac{1}{\mu+k} \left( (1+k)^2 b^2 + a^2 \right) : \sqrt{a^2 (1+b^2) + (1+k)^2 b^2}$$

$$\lg (1+k)^2 b^2 = 9,8265476 \dots \text{ num } \dots 0,67073$$

$$\underline{a^2 (1+b^2) = 1,60613}$$

$$* \lg \cos = \lg \sqrt{\dots} = 10,1786624 \quad 2,27686$$

$$\lg [(1+k)^2 b^2 + a^2] = 10,2185500 \dots \text{ num } \dots 1,65407 = \pi$$

$$\lg (1+k) b^2 = 9,8140900 \dots \text{ num } \dots 0,65177 = \tau$$

\* In unserer Correctionsformel, diese Annal. Bd. XXXIV S. 657, haben wir den Factor  $\frac{1}{\nu}$  absolut genommen, und ihn weiter nicht näher bestimmt, wir mussten ihn also auch unverändert stehen lassen.

Geben wir in der Sectionslinie  $\varrho$  von dem Punkte  $(b+2a)$  aus, so ist für ihn  $\mu = \frac{1}{2}$ , für die folgenden Punkte wird nun der Reihe nach  $\mu = \frac{2}{3}, \frac{4}{5}, 1, \frac{5}{4}, 2, 3, \infty$ . Jetzt geht die Linie in den hinteren Quadranten über. Für diese Punkte wird also  $\mu = -5, -4, -3, -1, \dots$ ; diese Zahlen haben wir einfach zu substituiren, um die einzelnen  $\sin$  zu bekommen. Es wird alsdann  $\frac{1}{\mu+k}$ ,

$$= \frac{2}{1+2k}, \frac{3}{2+3k}, \frac{4}{3+4k}, \frac{1}{1+k}, \frac{4}{5+4k}, \frac{1}{2+k}, \frac{1}{3+k}, \\ 0; -\frac{1}{5-k}, -\frac{1}{4-k}, -\frac{1}{3-k}, -\frac{1}{1-k}, \dots$$

Um nicht zu weitläufig zu seyn, heben wir nur einige Punkte heraus, z. B.  $\frac{3}{2+3k}$

$$\begin{array}{r} \lg 3 = 0,4771213 \\ \lg(2+3k) = 0,3196057 \\ \hline \dots = 10,1575156 \\ \lg \pi = 10,2185500 \\ \hline \dots = 10,3760626 \dots \text{num} \dots 2,3772 \\ (1+k)b^2 = 0,65177 \\ \hline \sin = 1,72543 \\ * \lg \cos = 10,1786624 \\ \lg \sin = 10,2368898 \\ \hline \lg \cotg = 9,9417726 \dots 48.50 \end{array}$$

Für den Punkt  $\frac{1}{1+k}$  ist

$$\begin{array}{r} \lg(1+k) = 0,0124516 \\ \hline \lg \frac{\pi}{1+k} = 10,2060984 \dots \text{num} \dots 1,6073 \\ \lg \sin = 9,9802443 \quad \leftarrow \tau = 0,65177 \\ \hline \sin = 0,95553 \\ \hline \lg \cotg = 10,1984181 \dots 32.20 \end{array}$$

Für den Punkt 0 ist  
 $\lg \sin = \lg \tau = 9,6140900$

$$\underline{\lg \cotg = 10,3645724 \dots 23 \dots 22}$$

Für den Punkt  $-\frac{1}{1-k}$  ist

$$\underline{\lg(1-k) = 9,9871566}$$

$$\lg \frac{\pi}{1-k} = 10,2313934 \dots \text{num} \dots 1,7037$$

$$\lg \sin = 10,3720831 \quad \underline{\tau = 065177}$$

$$\underline{\sin = 2,35547}$$

$$\underline{\lg \cotg = 9,8065793 \dots 57 \dots 22.}$$

Schneidet der  $\cos$  den hinteren Quadranten, wie dieses z. B. mit der Linie  $s = [a': 2b]$  der Fall seyn würde, so gilt hier die allgemeine Formel:

$$\sin : \cos = (m-k)b^2 - \frac{1}{\mu-k} \left[ (m-k)^2 b^2 + n^2 a^2 \right] : \\ \underline{n\sqrt{n^2 a^2 + (m-k)^2 b^2 + a^2 b^2}}.$$

Wir überheben uns jedoch der weiteren Rechnung und suchen die Formel für den speciellen Fall in der Sectionslinie  $\left[ \frac{a}{m} : \frac{b}{o} \right]$ . Um versteckte Factoren zu vermeiden, müssen wir die Formel (1) nehmen, welche lautet:

$$\sin : \cos = na^2 - \frac{\mu}{\nu(\mu \pm k)} \left[ (m \pm k)^2 b^2 + n^2 a^2 \right] : \\ (m \pm k)\sqrt{n^2 a^2 + (m \pm k)^2 b^2 + a^2 b^2};$$

setzen wir in dieser  $n=o$ , und  $\mu=m$ , welche in unserem Falle gleich werden, so ergibt sich:

$$\sin : \cos = \frac{m}{\nu(m \pm k)} (m \pm k)^2 b^2 : (m \pm k)\sqrt{(m \pm k)^2 b^2 + a^2 b^2} \\ = \frac{m}{\nu} b : \sqrt{(m \pm k)^2 + a^2},$$

wo plus auf der vorderen, minus auf der hinteren Seite gilt.

Für eine Fläche  $\left[ \frac{b}{n} : \frac{a}{o} \right]$  setzen wir in unserer allgemeinen Formel  $m=o$ , und erhalten:

$$\sin : \cos = \pm kb^2 - \frac{1}{\mu \pm k} (k^2 b^2 + n^2 a^2) : n \sqrt{n^2 a^2 + k^2 b^2 + a^2 b^2},$$

wo das Plus für die Punkte im vorderen Quadranten, das Minus für die im hinteren gilt.

Für eine Fläche aus der Zone des Mittelpunktes:  $\left[ \frac{a}{m} : \frac{b}{n} : \infty c \right] = \left[ \frac{a}{m \cdot \infty} : \frac{b}{n \cdot \infty} : c \right]$  müssen wir  $m=m \cdot \infty$  und  $n=n \cdot \infty$  setzen, und erhalten dann:

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= m \cdot \infty b^2 - \frac{1}{\mu \pm k} (m^2 \cdot \infty^2 b^2 + n^2 \cdot \infty \cdot a^2) : \\ &\quad : n \cdot \infty \sqrt{n^2 \cdot \infty^2 \cdot a^2 + m \cdot \infty^2 b^2 + a^2 \cdot b^2} \\ &= \frac{1}{\mu \pm k} (m^2 b^2 + n^2 a^2) : n \sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2} \\ &= \pm \sqrt{m^2 b^2 + n^2 a^2} : n \cdot (\mu \pm k). \end{aligned}$$

Suchen wir die ebenen Winkel der Punkte in der Axe  $a$ , so muß sich natürlich ergeben:

$$\sin : \cos = a : \mu \pm k,$$

und eben so für die in der Axe  $b$ :

$$\sin : \cos = b : v,$$

Formeln, die man unmittelbar aus der Figur abliest.

Die ebenen Winkel in der Projectionsfläche sind sämtlich in der Figur gezeichnet. Sie liegen jedoch sehr zerstreut. Da aber die Winkel, welche die Sectionslinien unter sich machen, dieselben bleiben, mag man auch die Linien parallel mit sich verrücken, so kann ich sämtliche durch einen Punkt gelegt denken, und alsdann unmittelbar  $\sin$  und  $\cos$  von den Axen ablesen. Will ich z. B. die Neigung von  $\mu'$  gegen  $g$  finden, so lege ich  $g$  durch den Zonenpunkt  $\left( \frac{b}{1} + \frac{a}{0} \right)$ , alsdann habe ich für sie als Neigung gegen die Axe  $b$  die Formel:

$$\sin : \cos = a_s : b;$$

für

für  $\mu'$  habe ich  $\sin : \cos = \frac{2a}{3} : b$ , folglich finde ich dar-

aus die Neigung beider Linien gegen einander. Lege ich nun sämmtliche Linien durch gedachten Punkt, so kann ich das Verhältniss für die Neigung der Linien gegen die Axe unmittelbar ablesen, und somit leicht die Neigung der einzelnen Linien gegen einander finden.

Um nun eine Uebersicht, insonders der Kantenwinkel zu haben, kann man, wie wir in Fig. 2 Taf. III gesehen haben, dieselben zwischen die Sectionslinien einschreiben. Es bedarf hierzu natürlich bei den 2- und 1-gliedrigen Systemen nur einer halben Figur, ja bei den 2- und 2-gliedrigen nur eines Quadranten<sup>1)</sup>. Man kann jedoch fast eben so bequem die Flächen nur zonenweis zusammenstellen, wie z. B. aus der Zone  $(\frac{b}{1} + \frac{a}{0})$ :

$$b=0$$

$$\sigma=38.56$$

$$\mu'=8.21$$

$$\nu=43.46$$

$$\pi=17.23$$

$$\varrho=14.26$$

$$\mu=11.48$$

$$b=45.20$$

und alsdann durch Addition die verschiedenen Neigungen finden.

Die ebenen Winkel sind weniger wissenswürdig, jedoch würde man sie auf die Sectionslinien selbst ein-

1) Da es unserer Projection allerdings besonders bei dem regulären und viergliedrigen Systeme zum Vorwurfe gereicht, dass die Figuren nicht selten zu sehr ausgedehnt werden, so kann dem Uebelstande hierdurch leicht abgeholfen werden; denn wir brauchen nur *Einen* Quadranten zu zeichnen. Da die Zonen in diesen Systemen auch leichter übersehbar sind, so ist es um so weniger schwierig, sich aus einem Viertel das ganze Bild im Geiste zu ergänzen.

schreiben, sofern man sie übersichtlich zusammenstellen wollte.

Da wir in unserer Figur den Krystall abstract mathematisch darstellen, so ist sie Jedem verständlich, der bis zur körperlichen Trigonometrie vorgedrungen ist. Es könnte daher der Mathematiker dem Krystallographen leicht hilfreiche Hand leisten, namentlich könnten Lehrer an Schulen sie als logarithmische Uebungsbeispiele ihren Schülern geben, und so der Mineralogie durch Berechnung einer Reihe von Winkeln einen nicht geringen Dienst erweisen.

Hat man sich Ebene- und Kanten-Winkel berechnet, so controlirt man die gefundenen Werthe mittelst der bekannten Formeln, die wir für eine rechtwinklige körperliche Ecke aufstellten. So hat z. B. die Octaëderfläche  $\varrho$  gegen die Ebene  $ac$  eine Neigung von 48.55, gegen die  $bc$  aber 57.8; der ebene Winkel, welcher der rechtwinkligen Kante gegenüber steht, beträgt 55.42. Sind nun die Resultate richtig, so muss  $\cos c = \cotg A \cdot \cotg B$  seyn, wenn wir die Winkel der Reihe nach mit  $A$ ,  $B$ ,  $c$  bezeichnen. Wir erhalten zum Resultate 9,7507410 = 9,7508140. Da ich bei der Rechnung halbe Minuten vernachlässigte, so stimmt dieses genau. So lassen sich die Neigungen der hinteren Flächen durch die ebenen Winkel auf der Fläche  $ac$  controliren, wenn man den Satz  $\cos b = \frac{\cos B}{\sin A}$  in Anwendung bringt. Viele vereinzelt liegende Zonenpunkte lassen sich vermittelst dieser Sätze oftmals sehr leicht berechnen, wie dieses Hr. Prof. Kupffer schon früher ausgeführt hat. Die Figur führt uns aber in die klarste Einsicht, und wenn wir sie fleißig studiren, so wird nicht nur nicht der Geübte, sondern auch selbst nicht einmal der Anfänger in irgend einem Falle in Verlegenheit kommen.

**X. Ueber die Producte der Oxydation des Alkohols; von Justus Liebig.**

Vor einiger Zeit (diese Annal. Bd. XXVII S. 605) habe ich eine Analyse einer eigenthümlichen ätherartigen Flüssigkeit bekannt gemacht, zu welcher mich der Entdecker derselben veranlaßt hatte, sie wurde von ihm zuerst unter dem Namen Sauerstoffäther beschrieben. Döbereiner gab zwei Methoden zu ihrer Darstellung an; nach der frühesten hatte er diesen Körper durch Destillation von Schwefelsäure, Manganhyperoxyd und Alkohol, und nach einer späteren durch Oxydation von Alkohol bei Mitwirkung von Platinschwarz erhalten.

Als ein Hauptkennzeichen dieser Substanz hatte Döbereiner beobachtet, daß sie, mit einer weingeistigen Lösung von Kalihydrat erwärmt, sich in einen gelben oder braunen harzähnlichen Körper verwandelt, und daß sie von concentrirter Schwefelsäure augenblicklich verkohlt wird.

Die mir von Döbereiner mitgetheilte Flüssigkeit verhielt sich gegen Kali und Schwefelsäure ganz so, wie von ihm angegeben worden war; aber sie zeigte sich in meinen Versuchen als ein Gemenge von zwei ungleich flüchtigen Substanzen, von denen die eine, die flüchtigere, mit Kali sogleich das gelbe Harz bildete, während die andere unter denselben Umständen erst bei Gegenwart von Luft oder Sauerstoff braun wurde und zu dem nämlichen Zersetzungssproduct Veranlassung gab.

Ich habe die letztere Flüssigkeit Acetal genannt.

Der berühmte Entdecker des Acetals theilte mir damals gleichzeitig mit, daß sein Sauerstoffäther mit Ammoniakgas eine weiße krystallinische Verbindung bilde; ich konnte sie beim Zusammenbringen dieses Gases mit

Acetal nicht erhalten. Mein ausgezeichneter Freund setzte mich nun kürzlich durch eine neue Sendung von Sauerstoffäther und durch Mittheilung einer kleinen Portion der von ihm entdeckten Ammoniakverbindung in den Stand, meine früheren Versuche wieder aufzunehmen. Ich überzeugte mich sehr bald, dass die in dem Sauerstoffäther enthaltene flüchtigere Substanz allein die Fähigkeit besaß, mit Ammoniak die eben erwähnte feste kristallinische Verbindung zu bilden, und dass diese Eigenschaft einer bis jetzt unbekannten äußerst flüchtigen Materie angehört, die ich jetzt unter dem Namen *Aldehyd* näher beschreiben will.

#### A l d e h y d.

Der Aldehyd wird aus seiner Ammoniakverbindung durch Destillation mit verdünnten Säuren gewonnen. Die Darstellung dieser Ammoniakverbindung muss also der des Aldehyds vorausgehen, und ich beschreibe sie aus diesem Grunde zuerst.

Der Aldehyd entsteht auf die mannigfaltigste Weise, man kann ihn aus Aether und aus Alkohol erhalten.

Die Entstehung des Aldehyds aus Aether ist ganz merkwürdig. Wenn man Dämpfe von wasser- und alkoholfreiem Aether durch eine weite, mit groben Glasstücken angefüllte glühende Glaskröpfchen treibt, so zerfallen sie gänzlich in Aldehyd, in ein brennbares Gas und in Wasser; man bemerkt dabei einen kaum wägbaren Absatz von Kohle.

Leitet man diese Zersetzungssproducte durch ein passendes Gefäß, was zur Hälfte mit Aether angefüllt und wohl abgekühl ist, so bleibt der Aldehyd in dem Aether aufgelöst. Wenn man nun von Zeit zu Zeit, ohne den Gang der Operation zu unterbrechen, den vorgeschlagenen Aether mit Ammoniakgas sättigt, das man, um es von allem Wasser zu befreien, durch eine mit gebranntem Kalk und geschmolzenem Kalihydrat angefüllte Röhre

vorher geleitet hat, so sieht man bald die Wände und den Boden des Gefäßes mit durchsichtigen und glänzenden Krystallen von Aldehydammoniak sich bedecken. Diese Krystalle hat man ganz rein, wenn man sie durch Pressen zwischen Papier von etwas anhängendem Wasser befreit und an der Luft trocknen läßt.

Auf diesem Wege ist es zuerst gelungen, diese Verbindung rein zu erhalten; eine Quantität von 20 bis 30 Grammen, die man nach diesem Verfahren in 18 bis 24 Stunden darstellen konnte, gab hinreichende Mittel an die Hand, um seine hauptsächlichsten Eigenschaften auszumitteln, und nach einer näheren Kenntniß derselben war es leicht, es in allen den Körpern aufzusuchen, in denen es als Bestand- oder Gemengtheil enthalten seyn könnte.

Durch Destillation von verdünntem Alkohol mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd oder schwefelsaurer Chromsäure kann man das Aldehydammoniak am leichtesten und in jeder Menge erhalten. Ein Gemisch von 4 Weingeist von 80 Proc., 6 Manganhyperoxyd, 6 Schwefelsäure und 4 Wasser wird der Destillation unterworfen. Bei gelinder Erwärmung geht unter schwachem Schäumen Aldehyd neben Weingeist und einigen anderen Producten über, auf deren nähere Untersuchung ich später zurückkommen will. Es entwickelt sich bei dieser Destillation *Kohlensäure*, aber nicht mehr als die übergehende Flüssigkeit aufgelöst behalten kann. Der Aldehyd ist ausnehmend flüchtig, und man hat deshalb besondere Sorgfalt auf die Abkühlung zu verwenden, wenn man nicht großen Verlust erleiden will.

Die Destillation wird unterbrochen, sobald das Uebergehende anfängt sauer zu reagiren; dies findet statt, wenn etwa 6 Theile übergegangen sind.

Das Destillat bringt man mit seinem gleichen Gewicht Chlorcalcium in eine Retorte und destillirt im Wasserbade 3 Th. davon ab. Das Uebergegangene wird über sein gleiches

Gewicht Chlorcalcium zum zweiten Mal rectificirt, so dass man zuletzt  $1\frac{1}{2}$  Th. von Wasser ganz, und von Weingeist und einigen Aetherarten zum Theil befreiten Aldehyd erhalten hat.

Das Product dieser Operationen muss nun mit Ammoniakgas gesättigt werden; man könnte letzteres geradezu bineinleiten, aber in diesem Fall würde die vollständige Sättigung nur schwierig zu erreichen seyn, weil die Flüssigkeit bald zu einem krystallinischen Brei gestehen würde.

Es ist besser das Destillat mit seinem doppelten Volumen Aether zu mischen und alsdann Ammoniakgas hineinzuleiten. Bei der Verbindung des Aldehyds mit Ammoniak entwickelt sich viel Wärme, man muss deshalb das Gemisch mit kaltem Wasser umgeben. Zwischen dem Apparate, woraus sich Ammoniak entbindet, und der Flüssigkeit, die man damit sättigen will, muss man eine Sicherheitsflasche oder irgend eine Vorrichtung anbringen, wodurch dem Zurücksteigen des Aldehyds in den Ammoniak-Apparat vorgebeugt wird; denn die Absorption geht mit einer solchen Schnelligkeit vor sich, dass sich ein Unfall der Art sonst nicht vermeiden lässt.

In dem Maafse nun als die Flüssigkeit Ammoniak aufgenommen hat, sieht man sie trüb werden, und eine sehr grosse Menge von durchsichtigen farblosen Krystallen zu Boden fallen. Diese Krystalle sind Aldehydammoniak, das man zwei bis drei Mal mit reinem Aether abzuwaschen hat, um es vollkommen rein zu haben.

Man kann dieselbe Verbindung aus Alkohol erhalten, wenn man ihn im verdünnten Zustande mit Chlor-gas unter beständiger Abkühlung sättigt. Nachdem sich der Chlorigeruch verloren hat, destillirt man die Flüssigkeit; wenn etwa  $\frac{1}{5}$  übergegangen ist, so wechselt man die Vorlage, denn was von da an kommt, ist reiner Wein-

geist, den man auf's Neue mit Chlor sättigen und auf die nämliche Art behandeln kann.

Das Destillat, was zuerst übergegangen ist, rectificirt man mehrmals über Chlorcalcium, bis es so weit vom Wasser befreit ist, dass es sich mit Aether vermischen lässt. Nach der Sättigung mit Ammoniakgas erhält man daraus eine reichliche Menge Aldehydammoniak.

Diese Methode wäre nicht unvorteilhaft, wenn die Beseitigung einer aufserordentlichen Menge Chlorwasserstoffssäure, die sich dabei erzeugt, nicht unangenehm wäre.

Wenn man 1 Th. Weingeist von 80 Proc. mit 2 Th. Wasser verdünnt auf die eben beschriebene Weise mit Chlor zerlegt, so erhält man, außer Aldehyd und Chlorwasserstoffssäure, kein anderes Product, namentlich keine Chlorverbindung.

In dem gewöhnlichen sogenannten schweren Salzäther ist eine sehr reichliche Menge Aldehyd enthalten.

Wenn man ein Gemisch von 3 Th. Weingeist von 80 Proc., und 2 Th. Salpetersäure von 1,25 der Destillation unterwirft und das Product derselben im Wasserbade rectificirt, so erhält man eine grosse Ausbeute an Salpeteräther, der, mit Ammoniakgas gesättigt, sich in zwei Schichten trennt, von denen die untere eine concentrirte Lösung von Aldehydammoniak in Wasser ist.

Aldehyd wird ferner in beträchtlicher Menge bei der Einwirkung von Platinschwarz auf Alkoholdämpfe gebildet.

Wenn man die hierbei gebildete Essigsäure, Acetal und Aldehyd enthaltende Flüssigkeit durch Behandlung mit kohlensaurem Kalk und Rectification von der Säure befreit, und das Rectificat mit Chlorcalcium sättigt, so scheidet sich, wie Döbereiner beschrieben hat, das Aldehydhaltige Acetal in Gestalt einer obenauf schwimmenden ätherartigen Flüssigkeit ab. Diese Flüssigkeit giebt nun, mit Ammoniakgas gesättigt, sehr schöne und

wohl ausgebildete Krystalle von Aldehydammoniak; ich habe schon erwähnt, daß diese Verbindung auf die eben beschriebene Art vor drei Jahren von Döbereiner zuerst erhalten worden ist.

Die Darstellung des Aldehyds aus der Ammoniakverbindung ist sehr leicht: Man löst 2 Th. Aldehydammoniak in seinem gleichen Gewicht Wasser, bringt diese Auflösung in eine Retorte und vermischt sie mit 3 Schwefelsäure, welche man mit 4 Th. Wasser vorher verdünnt hat.

Bei gelinder Erwärmung im Wasserbade entwickelt sich der Aldehyd unter lebhaftem Aufbrausen; man unterbricht die Destillation, wenn das Wasser im Wasserbade anfängt zu sieden<sup>1)</sup>.

Das Product der Destillation ist wasserhaltiger Aldehyd. Man bringt ihn mit seinem gleichen Volumen Chlorcalcium in groben Stücken in eine trockne Retorte und rectificirt im Wasserbade. Man hat beim Zusammenbringen des Aldehyds mit Chlorcalcium auf äußere Abkühlung Bedacht zu nehmen, weil die durch Verbindung des Chlorcalciums mit Wasser freiwerdende Wärme hinreicht, um den abgeschiedenen Aldehyd in's Kochen zu bringen und einen Theil davon zu verflüchtigen.

Man erhält völlig reinen Aldehyd, wenn das Rectificat zum zweiten Mal über gepülvertes Chlorcalcium im Wasserbade destillirt wird. Bei dieser zweiten Destillation ist aller Aldehyd übergegangen, wenn die Temperatur des Wassers im Wasserbade auf 30° gestiegen ist.

Reiner Aldehyd ist eine farblose, wasserhelle, sehr

1) Die Condensation und Destillation des Aldehyds lässt sich seiner Flüchtigkeit wegen in den gewöhnlichen Destillirgeräthschaften ohne grossen Verlust nicht ausführen; ich will in dem nächsten Heft dieser Annalen einen einfachen und bequemen Destillirapparat beschreiben, welcher seit sechs Jahren in dem hiesigen Laboratorium im Gebrauch ist, und der bei den meisten Destillationen vortreffliche Dienste leistet.

leichtflüssige Flüssigkeit von 0,790 spec. Gewicht, er siedet bei  $21^{\circ},8$  C., und zeichnet sich durch einen eigenthümlichen ätherartigen, erstickenden Geruch aus. Beim Einathmen seines Dampfes verliert man auf einige Augenblicke die Fähigkeit Luft zu schöpfen, er erzeugt eine Art Brustkrampf.

Mit Wasser ist er in jedem Verhältniss unter Erwärmung mischbar; versetzt man dieses Gemisch mit Chlorcalcium, so scheidet sich der Aldehyd in Gestalt einer obenauf schwimmenden klaren Schicht von dem Wasser wieder ab; gegen Alkohol und Aether verbhält er sich wie gegen Wasser, durch Schütteln mit Wasser kann er von dem Aether nicht getrennt werden. Durch seine Verbindung mit Wasser und Alkohol wird seine Flüchtigkeit sehr vermindert. Die Auflösungen des Aldehyds in Wasser, Alkohol oder Aether haben nicht die geringsten Wirkungen auf Pflanzenfarben.

Der Aldehyd ist leicht entzündlich und brennt mit blasser leuchtender Flamme. In einem mit Luft gefüllten Gefäse aufbewahrt, absorbirt er Sauerstoffgas und verwandelt sich nach und nach in die stärkste Essigsäure, ganz besonders schnell geschieht dies bei Mitwirkung von Platinschwarz; bringt man einen Tropfen davon in ein mit feuchter Luft angefülltes Gefäß, so bemerkt man augenblicklich den durchdringenden Geruch der Essigsäure. Er löst Schwefel, Phosphor und Jod auf, letzteres mit brauner Farbe, ohne bemerkbare Zeichen von Veränderung.

Chlor und Brom werden unter starker Wärmeentwicklung und Erzeugung von Chlor- und Bromwasserstoffsäure aufgenommen. Der Aldehyd wird dadurch, wie es scheint, in Chloral und Bromal verwandelt.

Verdünnte Salpetersäure mit Aldehyd erwärmt, wird zersetzt unter Entwicklung von salpetriger Säure und unter Bildung von Essigsäure. Mit concentrirter Schwefel-

säure vermischt, wird er augenblicklich dunkelbraun, so dann schwarz und dick.

Sein Verhalten gegen Kali und Silberoxyd ist charakteristisch.

Erwärmst man wässrigen Aldehyd mit Kali, so wird die Flüssigkeit sogleich gelblich trübe, nach einigen Augenblicken scheidet sich auf ihrer Oberfläche eine rothbraune harzartige Materie ab, welche sich in lange Fäden ziehen lässt; ich will diese Substanz Aldehydharz nennen, obwohl der Name *Harz* vielleicht wenig passend ist.

Mit Silberoxyd und Wasser anfänglich schwach, nachher bis zum Kochen erhitzt, wird dieses theilweise sogleich reducirt; diese Reduction ist mit einer besonderen Erscheinung begleitet: das wiederhergestellte Metall überzieht nämlich die Glasmöhre, worin der Versuch am besten angestellt wird, mit einem spiegelglänzenden Ueberzug, und dies beweist, dass hierbei keine Art von Gasentwicklung stattfindet, die man überdies auch nicht bemerkte. Nachdem die Reduction vor sich gegangen ist, hat man in der wässrigen Flüssigkeit ein Silbersalz, das sich ohne Zersetzung unter Reduction des aufgelösten Silbers nicht abdampfen lässt. Wird diese Flüssigkeit kalt mit so viel Barytwasser vermischt, dass alles Silber als Oxyd gefällt ist, und wird nun das niedergefallene Silberoxyd in der nämlichen Flüssigkeit, also mit dem neu entstandenen Barytsalz auf's Neue erhitzt, so wird es ohne Gasentwicklung vollständig zu Metall reducirt; wird diese Flüssigkeit nun mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt, so bildet sich bald eine Menge blättriger glänzender Krystalle von essigsaurer Silberoxyd, und außer Essigsäure bemerkt man hierbei kein anderes Product. Durch Kochen des Barytsalzes mit Silberoxyd ist demnach die mit Baryt verbundene Säure unter Aufnahme von Sauerstoff in reine Essigsäure übergegangen.

Ganz die nämlichen Erscheinungen beobachtet man,

wenn man wässrigen Aldehyd, dem man einige Tropfen Ammoniak zugesetzt hat, mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt und erwärmt, und die hierbei stattfindende charakteristische Reduction des Silberoxyds giebt das einfachste und leichteste Mittel an die Hand, um die Gegenwart auch der kleinsten Mengen von Aldehyd in Flüssigkeiten, in denen man ihn vermutet, nachzuweisen. Auf diesem Wege kann man sich augenblicklich von dem Vorhandenseyn des Aldehyds in dem Salpeteräther oder schweren Salzäther überzeugen.

Ich habe noch einer besonderen Veränderung zu erwähnen, der, unter Umständen, die mir bis jetzt unbekannt sind, der Aldehyd unterliegt; ich habe nämlich gesehen, dass in den Gefäßen, worin er aufbewahrt wird, und zwar in dem Aldehyd selbst, sich lange, klare, durchsichtige Krystalle in 4seitigen Prismen bilden, welche sich eine Zeit lang beständig vermehren, so dass die Flüssigkeit zuletzt mit einem Netzwerk von feinen Krystallen angefüllt ist. Diese Krystalle sind wenig flüchtig, sie schmelzen noch nicht bei  $100^{\circ}$ , bei höherer Temperatur sublimiren sie vollständig in weissen durchsichtigen, sehr glänzenden Nadeln; die Krystalle sind ziemlich hart und lassen sich leicht in Pulver verwandeln, sie sind brennbar und geruchlos, in Alkohol und Aether leicht, in Wasser wenig oder unauflöslich. Ich habe einige Tropfen des Aldehyds, worin sie sich zu bilden anfingen, in eine graduirte Röhre mit Sauerstoffgas gebracht und dem Sonnenlicht ausgesetzt, nach 3 bis 4 Tagen war die Röhre inwendig mit feinen Krystallen bedeckt, und das Volumen des Sauerstoffgases hatte beträchtlich abgenommen. Hiernach scheint der Einfluss des Sauerstoffs bei ihrer Bildung nicht zu erkennen zu seyn, ich bin aber durch eine andere Beobachtung wieder zweifelhaft geworden. Eine grosse Quantität Aldehyd wurde, um es ohne Verlust aufbewahren zu können, in sechs weite, in eine lange Spitze ausgezogene Glasmäntel vertheilt und die Röhren

zugeschmolzen. Von diesen sechs Röhren sind fünf vollkommen unverändert geblieben, in einer einzigen hat sich nach acht Tagen, und zwar über Nacht, ein Netzwerk von Krystallen gebildet, die sich nach ihrer Bildung nicht weiter vermehrt haben. Ich bin im Zweifel darüber, ob der Aldehyd, der in der bezeichneten Röhre enthalten war, das bei seiner Rectification zuerst oder zuletzt Uebergangene gewesen ist; jedenfalls ist in dem Aldehyd, nachdem sich diese Krystalle gebildet haben, ein Gehalt einer anderen weniger flüchtigen Flüssigkeit, die eine grosse Aehnlichkeit mit Acetal besitzt, bemerkbar.

Die Analyse des Aldehyds ließ sich auf die gewöhnliche Art ohne Schwierigkeit bewerkstelligen; doch ist es bei seiner grossen Flüchtigkeit schwer, einen kleinen Verlust bei dem Einbringen in die Verbrennungsrohre zu vermeiden, da die Glaskügelchen nicht zugeschmolzen, sondern offen mit dem Kupferoxyd geschichtet werden mussten; es ist übrigens keine der bekannten Vorsichtsmaßregeln vernachlässigt worden.

|      |             |          |                 |                   |       |
|------|-------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| I.   | 0,3238 Grm. | liefert. | 0,260 Wasser u. | 0,630 Kohlensäure |       |
| II.  | 0,3355      | -        | 0,272           | -                 | 0,663 |
| III. | 0,420       | -        | 0,340           | -                 | 0,831 |

Diese Analysen geben für 100 Th. Aldehyd:

|             | I.     | II.     | III.   |
|-------------|--------|---------|--------|
| Kohlenstoff | 53,798 | 54,6423 | 54,711 |
| Wasserstoff | 8,956  | 9,0081  | 8,991  |
| Sauerstoff  | 37,245 | 36,3506 | 36,198 |

entsprechend folgender theoretischen Zusammensetzung:

|                      | in 100.         |
|----------------------|-----------------|
| 4 At. Kohlenstoff    | 305,748         |
| 8 - Wasserstoff      | 49,918          |
| 2 - Sauerstoff       | <u>200,000</u>  |
| <b>1 At. Aldehyd</b> | <b>555,666.</b> |

Als Controle zu dieser Analyse habe ich das spec.

Gewicht des Aldehyddampfes nach der Methode von Dumas, welche eben so bequem als leicht auszuführen ist, bestimmt. Der Ballon mit Aldehyd wurde in einen großen Behälter mit warmem Wasser gebracht, in welchem sich die Temperatur während der Dauer des Versuchs nicht merklich änderte.

|                                       |          |      |
|---------------------------------------|----------|------|
| Gewicht des Ballons mit trockner Luft | 48,332   | Grm. |
| Gewicht des Ballons mit Aldehyddampf  | 48,471   | -    |
| Rauminhalt des Ballons                | 289,5    | C.C. |
| Temperatur der Luft                   | 12°,8    |      |
| Temperatur des Dampfes                | 53°,5    |      |
| Barometerstand                        | 27° 9",3 |      |

*Spec. Gewicht des Aldehyddampfes* 1,532.

Daraus geht denn hervor, daß in 1 Vol. Aldehyddampf bei 0° und 28" B. enthalten ist:

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 1 Vol. Kohlenstoff         | 0,84279 |
| 2 - Wasserstoff            | 0,13760 |
| $\frac{1}{2}$ - Sauerstoff | 0,55130 |
| 1 Vol. Aldehyddampf        | 1,53169 |

Man wird leicht bemerken, daß der Aldehyd die nämliche Zusammensetzung besitzt, wie der Essigäther, nur ist das specif. Gewicht seines Dampfes um die Hälfte kleiner. Das Atomgewicht des Aldehyds ist, wie man in dem Folgenden sehen wird, aus seiner Ammoniakverbindung abgeleitet.

#### Aldehydammoniak.

Die Darstellung dieser Verbindung ist in dem Vorbergehenden beschrieben worden; man erhält sie direct, wenn man Ammoniakgas in reinen Aldehyd leitet, beide verbinden sich sogleich und unter Erwärmung zu einer festen, weißen, krystallinischen Masse.

Das Aldehydammoniak bildet spitze Rhomboeder, deren Endkantenwinkel ungefähr 85° beträgt, und die an den Endkanten häufig durch die Flächen des ersten

spitzeren Rhomboëders gerade abgestumpft vorkommen<sup>1)</sup>). Die Krystalle sind farblos, sehr durchsichtig, glänzend, von starkem Lichtbrechungsvermögen, von der Härte des Rohrzuckers, so daß sie sich in Pulver zerreiben lassen; sie besitzen einen eigenthümlichen ammoniakalischen terpentinähnlichen Geruch; sie sind flüchtig, leicht entzündlich; sie schmelzen bei 70° bis 80° und destilliren bei 100° unverändert; ihr Dampf röthet Curcuma, und ihre Auflösung in Wasser reagirt alkalisch; durch Säuren, selbst durch Essigsäure werden sie zerlegt, es entsteht ein Ammoniaksalz unter Freiwerden von Aldehyd; sie lösen sich in jeder Menge in Wasser, etwas weniger in Alkohol auf, und sind in Aether schwerlöslich. An der Luft, besonders im Lichte, werden die Krystalle gelb und nehmen einen Geruch nach verbrannten Thierstoffen an. Wird die gelb gewordene Verbindung im Wasserbade destillirt, so geht blendendweisses Aldehydammoniak über, und es bleibt ein brauner, in Wasser löslicher Rückstand, worin essigsaures Ammoniak und ein anderes Ammoniaksalz enthalten ist.

Besonders schöne und große Krystalle von Aldehydammoniak erhält man, wenn ihre concentrirte Auflösung in Alkohol mit Aether vermischt und ruhig stehen gelassen wird; auch wenn man diese Verbindung in Acetal oder Essigäther in der Wärme auflöst und langsam erkalten läßt.

Gegen Säuren und Alkalien verhält sich das Aldehydammoniak ähnlich wie der Aldehyd. Mit Wasser und Silberoxyd erwärmt entwickelt sich Aldehyd, was sich entzünden läßt, und Ammoniak, das man an seinen Reactionen leicht erkennt; ein Theil des Silberoxyds wird unter den früher beschriebenen Erscheinungen reducirt,

1) Hr. Prof. Gust. Rose, welcher die Güte hatte, sich der Bestimmung der Krystalle zu unterziehen, konnte sie nicht genauer geben, weil die übersandten Krystalle durch Verdunstung ihren Glanz verloren und die Flächen sich abgerundet hatten.

und die Flüssigkeit enthält, nach Beendigung aller Reaction, neben freiem Ammoniak ein Silbersalz, vollkommen identisch mit dem früher erwähnten. Setzt man Baryt zu und erwärmt die Flüssigkeit, so wird das niedergefallene Silberoxyd gänzlich reducirt, und nach Entfernung des Ammoniaks durch Verdampfen und des überschüssigen Baryts durch Zusammenbringen der Flüssigkeit mit Kohlensäure, hat man in der Auflösung reinen essigsauren Baryt.

Die Analyse des Aldehydammoniaks gab folgende Resultate:

- I. 0,400 Aldehydammoniak lieferten 0,413 Wasser und 0,567 Kohlensäure.
- II. 0,600 Aldehydammoniak lieferten 0,618 Wasser und 0,856 Kohlensäure,
- III. 0,500 Aldehydammoniak lieferten 0,515 Wasser und 0,716 Kohlensäure.

0,1425 bei 17°,8 und 27° 9'',5 gaben 136 C.C. Gas.

Diese Analysen geben in 100 Theilen:

|             | I.      | II.     | III.   |
|-------------|---------|---------|--------|
| Kohlenstoff | 39,8173 | 39,8465 | 39,679 |
| Wasserstoff | 11,4722 | 11,4444 | 11,444 |
| Stickstoff  | 23,0081 | 23,0141 | 22,970 |
| Sauerstoff  | 25,7924 | 25,6950 | 25,907 |

entsprechend folgender theoretischen Zusammensetzung:

|              |                        | in 100.        |
|--------------|------------------------|----------------|
| 4 Atome      | Kohlenstoff            | 305,750        |
| 14 -         | Wasserstoff            | 87,357         |
| 2 -          | Stickstoff             | 177,036        |
| 2 -          | Sauerstoff             | 200,000        |
| <b>1 At.</b> | <b>Aldehydammoniak</b> | <b>770,143</b> |

oder:

in 100

|               |             |         |                                     |
|---------------|-------------|---------|-------------------------------------|
| 1 At. Aldehyd | $C_4H_8O_2$ | 555,666 | 72,15                               |
| 2 - Ammoniak  | $2NH_3$     | 214,474 | 27,85                               |
| <hr/>         |             |         | 1 At. Aldehydammoniak      770,140. |

Wenn man eine concentrirte Auflösung von Aldehydammoniak mit einer gleichfalls concentrirten Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd vermischt, so entsteht ein blendendweifser, sehr feinkörniger Niederschlag, welcher leichtlöslich in Wasser, aber schwerlöslich in Alkohol ist, und den man mithin durch Waschen mit Weingeist rein erhalten kann.

Wenn man die Auflösung des wohl ausgewaschenen Niederschlags schwach erwärmt, so erfolgt, unter Freiwerden von Aldehyd, Reduction von einem Theil des Silberoxyds; erhitzt man die Auflösung mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich salpetrige Säure, vermischt man sie mit Kalk, so entwickelt sich Ammoniak. Der Niederschlag enthält demnach Aldehyd, Ammoniak, Salpetersäure und Silberoxyd.

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 0,367 Th. hinterliessen | 0,153 metallisches Silber |
| 0,301 -                 | 0,126                     |
| 0,231 -                 | 0,097                     |
| <hr/> 100               | 41,77                     |

I. 0,4068 der Silberverbindung lieferten 0,156 Wasser und 0,281 Kohlensäure.  
 II. 0,348 der Silberverbindung lieferten 0,127 Wasser und 0,239 Kohlensäure.

Diese Resultate entsprechen in 100 Theilen:

|             | I.     | II.    |
|-------------|--------|--------|
| Kohlenstoff | 19,098 | 18,990 |
| Stickstoff  |        |        |
| Wasserstoff | 4,260  | 4,155  |
| Silber      | 41,777 | 41,777 |
| Sauerstoff. |        |        |

Ich

Ich habe vergebens versucht nach irgend einer der bekannten Methoden den Stickstoff dieser Verbindung zu bestimmen; die Bildung von Stickstoffoxydgas konnte nie vermieden werden.

Aus dem Silbergehalt berechnet, ergiebt sich als Atomgewicht dieser Verbindung die Zahl 6468, . . ., und aus den gefundenen Kohlenstoff- und Wasserstoffmengen geht hervor, dass

**16 At. Kohlenstoff und 44 At. Wasserstoff auf**

**2 At. Silberoxyd**

darin enthalten sind. Der Kohlenstoffgehalt entspricht **4 At. Aldehyd.**

**Ueber die Producte, welche die Bildung des Aldehyds bei seiner Darstellung aus Aether begleiten.**

Ich habe in dem Vorhergehenden erwähnt, dass Aetherdämpfe, durch eine rothglühende Glasröhre geleitet, vollständig, ohne Absatz von Kohle, in Aldehyd, in Wasser und in ein brennbares Gas zerlegt werden. Ich habe dieses Gas einigen Versuchen unterworfen, in der Absicht, um über diese Zersetzung Aufschluss zu erhalten.

Das Gas brennt angezündet mit leuchtender Flamme, es ist von Aetherdampf begleitet, von dem es leicht befreit werden kann, wenn man es durch concentrirte Schwefelsäure streichen lässt.

Die Schwefelsäure absorbiert den Aetherdampf vollkommen, man kann sich ihrer in allen Fällen mit Zuversicht bedienen, wo es sich darum handelt, Aetherdampf von einem Gase zu trennen, was von der Säure keine Aenderung erleidet; man kann sich von der Begierde, mit welcher der Aetherdampf absorbiert wird, leicht durch folgenden Versuch überzeugen: Bringt man nämlich einige Tropfen Aether in die Leere eines Barometers, so fällt, indem er verdampft, je nach der Temperatur der Umgebung, das Quecksilber um 15 bis 16 Zoll

herab. Wird nun jetzt in diesen lediglich mit Aetherdampf angefüllten Raum etwas concentrirte Schwefelsäure gebracht, so nimmt das Quecksilber augenblicklich seinen früheren Standpunkt wieder ein.

Da das brennbare Gas, außer Wasserstoff und Kohlenstoff keinen anderen Bestandtheil enthalten konnte, so war die Analyse desselben sehr leicht. Von Wasser und Aetherdampf auf die angegebene Weise befreit, ließ man es über glühendes Kupferoxyd streichen und sammelte die Producte wie gewöhnlich.

Man erhielt auf 0,905 Grm. Kohlensäure 0,489 Wasser oder auf 0,250 Kohlenstoff 0,05433 Wasserstoff, entsprechend in 100 Theilen:

|       |             |
|-------|-------------|
| 82,3  | Kohlenstoff |
| 17,6  | Wasserstoff |
| <hr/> |             |
| 100.  |             |

Der Kohlenstoff dieses Gases verhält sich zu seinem Wasserstoff, den Atomen nach, wie 2 : 5 oder wie 4 : 10. Dieses Verhältnis ist das nämliche wie im Aether.

Wird dieses Gas mit Chlor zusammengebracht, so erleidet es im Dunkeln nach einigen Stunden eine Verdichtung, im Sonnenlicht entsteht augenblicklich eine Explosion.

Das Verhalten zu dem Chlor war nicht geeignet, Aufschluß über die Frage zu geben, ob dieses Gas eine eigenthümliche Kohlenwasserstoffverbindung oder ein Gemenge von ölbildendem Gas mit Grubengas ist, aber sein Verhalten zu Antimonsuperchlorid entschied sehr bald zu Gunsten der letzteren Meinung.

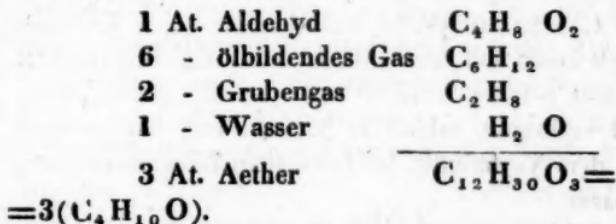
Das Antimonsuperchlorid <sup>1)</sup> ist ein vortreffliches Mit-

1) Das Antimonsuperchlorid erhält man bekanntlich, wenn man Antimon in trocknem Chlorgas verbrennt. Bequemer kann man es in jeder beliebigen Menge erhalten, wenn man durch gewöhnliche Spießglanzbutter, die man bis zum Schmelzen vorher gelinde erwärmt hat, Chlorgas streichen läßt; es wird in außer-

tel, um ölbildendes Gas vollständig von anderen Gasarten zu trennen, welche davon keine Veränderung erleiden; man kann es als flüssiges Chlor betrachten, was bei weitem leichter und bequemer zu handhaben und energetischer in seinen Wirkungen ist als das gasförmige.

Das oben erwähnte Kohlenwasserstoffgas ließ man zuerst durch einen Kaliapparat, der mit Kalilauge, so dann durch einen zweiten gröfseren, der mit concentrirter Schwefelsäure, und zuletzt durch einen dritten streichen, der mit Antimonsuperchlorid angefüllt war. In dem letzteren wurden  $\frac{3}{4}$  von seinem Volumen augenblicklich absorbirt (nämlich von 4 Gasblasen 3). Nachdem dieser Versuch zwei Stunden lang fortgesetzt worden war, destillierte man von dem Antimonsuperchlorid eine gewisse Portion ab, und man erhielt beim Vermischen desselben mit Wasser eine reichliche Portion Chlorkohlenwasserstoff (Oel des ölbildenden Gases). Das von dem Antimonsuperchlorid nicht absorbirte Gas verhielt sich völlig wie Grubengas.

Bei der Zersetzung der Aetherdämpfe durch eine nicht sehr hohe Temperatur erhält man mithin:



Es versteht sich von selbst, dass bei höheren Temperaturen die Menge des Grubengases wächst, indem das ölbildende Gas in diesem Fall unter Absatz von Kohle zerlegt wird.

Ich darf bei dieser Gelegenheit die Meinung einiger

ordentlich grosser Menge aufgenommen. Die Spießglanzbutter wird immer flüssiger, zuletzt muss man äussere Abkühlung anwenden.

Chemiker nicht unberührt lassen, welche eine Zersetzbarkheit des ölbildenden Gases durch Schwefelsäure voraussetzen; ich habe in einer früheren Arbeit zu beweisen gesucht, dass das ölbildende Gas mit Schwefelsäure keine besondere Art von Verbindung einzugehen vermag, dass es sich gegen diese Flüssigkeit ähnlich wie andere Gasarten verhält, und um mir ein zu diesen Versuchen geeignetes Gas zu verschaffen, habe ich es vor seiner Anwendung durch concentrirte Schwefelsäure streichen lassen, hauptsächlich um es von dem begleitenden Aetherdampf zu befreien. Man hat mir eingeworfen, dass es noch in Frage stehe, ob das ölbildende Gas in diesem Versuch durch die Schwefelsäure nicht eine Veränderung erlitten habe. Wenn man sich nun erinnert, dass das ölbildende Gas im Moment seines Freiwerdens mit einem sehr grossen Ueberschuss von Schwefelsäure, und zwar bei einer ziemlich hohen Temperatur, in Berührung kommt, so wird man eine Zersetzung des Gases durch Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur kaum wahrscheinlich finden. Ich habe Hrn. Regnault bei seinen Versuchen über das Oel des ölbildenden Gases veranlaßt, das ölbildende Gas zu analysiren, nachdem es durch Kalilauge und durch einen mit concentrirter Schwefelsäure angefüllten Apparat geleitet worden war. Durch glühendes Kupferoxyd verbrannt, erhielt er Wasser und Kohlensäure, genau in dem Verhältniss der bekannten Zusammensetzung dieses Gases.

Die Bildung des Oels in dem oben beschriebenen Versuch mit Antimonchlorid ist ein anderer direchter Beweis, dass das ölbildende Gas weder mit Schwefelsäure eine Verbindung eingeht, noch davon im Geringsten verändert wird.

Ueber die Producte der Einwirkung von Schwefelsäure  
und Hyperoxyden auf Alkohol.

Wenn man Braunstein und Schwefelsäure mit verdünntem Alkohol destillirt, so ist Aldehyd dasjenige Product, welches zuerst und in grösster Menge gebildet wird. Gleich von Anfang an bemerkt man eine schwache Entwicklung von Kohlensäure, die Flüssigkeit, welche übergeht, ist vollständig damit gesättigt. In dem Verlauf der Destillation bemerkt man aber neben dem erstickenden Geruch des Aldehyds einen sehr angenehmen nach Essigäther und Arrak, und wenn man bei diesem Zeitpunkt das Destillat mit Wasser mischt, so wird eine ätherartige Flüssigkeit abgeschieden, die sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit sammelt. Zu Ende der Destillation reagirt das Uebergehende sauer.

Man kann die ätherartige Flüssigkeit leicht und in Menge erhalten, wenn man bei den Rectificationen des Destillats über Chlorcalcium das zuletzt Uebergehende für sich sammelt, und durch Schütteln mit Wasser von dem beigemischten Weingeist zu befreien sucht. Digerirt man die Flüssigkeit nun einige Tage mit geschmolzenem Chlorcalcium, und rectificirt mit der Vorsicht, das zuerst übergehende Aldehydhaltige besonders aufzufangen, so hat man sie ziemlich rein.

Sie besitzt einen angenehmen, dem Essig- und Ameisenäther ähnlichen Geruch; ihr Siedpunkt ist anfänglich  $65^{\circ}$ , er steigt zuletzt bis auf  $70^{\circ}$ .

Durch die Verbrennung derselben mit Kupferoxyd wurde I. von 0,354 Grm. erhalten 0,354 Wasser und 0,743 Kohlensäure.

Eine andere Portion wurde, um sie von beigemischtem Aldehyd zu befreien, mit Ammoniakgas gesättigt, so dann mit Wasser so lange geschüttelt, bis keine Reaction auf Curcumapapier mehr bemerkbar war, und über Chlorcalcium im Wasserbade rectificirt. Von diesem II. lie-

ferten 0,608 Grm. 1,232 Kohlensäure und 0,547 Wasser.  
In 100 hat man erhalten:

|             | von I. | von II. |
|-------------|--------|---------|
| Koblenstoff | 55,227 | 55,87   |
| Wasserstoff | 10,573 | 10,00   |
| Sauerstoff  | 34,200 | 34,13.  |

Diese Analysen stimmen bis auf 1 Procent in dem Wassergehalt mit der Zusammensetzung des Essigäthers überein.

Ich habe diesen Aether einige Tage lang mit Kalilauge digerirt, wodurch er bis auf wenige Tropfen verschwand, die gähz den Geruch des gewöhnlichen Schwefeläthers besaßen; von diesem röhrt wahrscheinlich der Ueberschufs in dem Wasserstoffgehalte der angegebenen Analysen her. Die Kalilauge hatte sich in diesem Versuch durchaus nicht braun gefärbt, was beweist, dass kein Acetal vorhanden war. Das Kali wurde mit verdünnter Schwefelsäure genau neutralisirt, bis zur Trockne abgedampft und der Rückstand mit Weingeist von 80 Proc. ausgezogen. Der Weingeist löste eine beträchtliche Menge eines leicht zerfließlichen Salzes auf, welches in allen seinen Reactionen sich als ein Gemenge von essigsaurem und ameisensaurem Kali zu erkennen gab.

Wurde die Auflösung davon mit salpetersaurem Silberoxyd oder Quecksilberoxydul vermischt, so erstarrte sie sogleich zu einer krystallinischen glimmerartigen Masse, welche bei dem Erhitzen unter *Aufbrausen* schwarz wurde, eine gewisse Portion Metall fallen ließ, und, davon abfiltrirt, beim Erkalten eine reichliche Menge Krystalle von essigsaurem Silberoxyd oder Quecksilberoxydul gab.

Zu Ende der Destillation von Weingeist mit Braунstein und Schwefelsäure geht eine schwach saure Flüssigkeit über, sie ist von C. und L. Gmelin untersucht worden, beide fanden, dass es ein Gemenge ist von Ameisensäure mit Essigsäure; ich habe bei Behandlung der-

selben mit Bleioxyd eine Flüssigkeit erhalten, welche stark basisch reagirte, ohne Zweifel von basisch essigsaurem Bleioxyd, was sich gebildet hatte; nach Sättigung derselben mit Kohlensäure und Abdampfen bildeten sich die leicht erkennbaren glänzenden Nadeln des ameisen-sauren Bleioxyds; und durch Behandlung der Mutter-lauge mit Alkohol konnte essigsaurer Bleioxyd davon getrennt werden.

Der Unterschied in den Beobachtungen Döbereiner's und der genannten Chemiker liegt darin, dass ersterer zu seinen Versuchen mit salpetersaurem Quecksilberoxyd sich der zuerst übergehenden geistigen, stark aldehydhaltigen Flüssigkeit bediente, die übrigens nicht sauer reagirt. Die Menge von Ameisensäure und Essig-säure, die bei diesem Verfahren gebildet werden, beträgt noch nicht  $\frac{1}{20}$  des angewandten Weingeistes; eine bei weitem grösere Portion dieser Säuren ist als Essigäther, der die grösste Menge ausmacht, und als Ameisenäther dem Destillate beigemischt.

Die Producte der Oxydation des Alkohols durch Manganhyperoxyd und Schwefelsäure sind demnach:

Kohlensäure

Ameisensäure

Ameisenäther

Essigsäure

Essigäther

Aldehyd

Spuren von Aether.

Ich bemerke ausdrücklich, dass das Acetal unter den Producten der Oxydation des Weingeistes durch Braunstein und Schwefelsäure nicht nachgewiesen werden konnte; alle Beobachtungen schienen zu beweisen, dass es hierbei nicht gebildet wird.

Das Verhalten der Salpetersäure gegen Weingeist kann von dem des Braunsteins und der Schwefelsäure nicht verschieden seyn, abgesehen von den Producten,

welche durch die Verbindung der salpetrigen Säure mit Aether oder durch die totale Zersetzung dieser Säure gebildet werden. Essigsäure ist eins dieser constanten Zersetzungssproducte, und neben Kohlensäure tritt hierbei stets die andere Oxydationsstufe des Kohlenstoffs, die Kleesäure, auf; Ameisensäure hat man darunter noch nicht bemerkt, obwohl es nicht unwahrscheinlich ist, dass sie hierbei ebenfalls gebildet wird. Man weiß, dass durch Destillation von Stärke mit verdünnter Salpetersäure eine reichliche Menge Ameisensäure erzeugt wird.

Andere organische Verbindungen werden sich gegen oxydirende Substanzen ähnlich verhalten, immer wird sich die erste Wirkung auf das oxydabelste Element, auf den Wasserstoff, erstrecken, und man kann einer ganzen Reihe von interessanten neuen Verbindungen entgegensehen; Essiggeist und Holzgeist geben, mit Braunstein und Schwefelsäure destillirt, eine ähnliche Reihe von Producten wie der Weingeist, aber ihre nähere Untersuchung muss Andern überlassen bleiben.

#### Ueber die Produkte der Oxydation des Weingeistes bei Mitwirkung von Platinschwarz.

Wenn man unter einer hohen, oben mit einer kleinen Oeffnung versehenen Glasglocke, über einer Schale mit Weingeist mehrere Uhrgläser von angefeuchtetem Platinschwarz vertheilt, so ist nach 14 Tagen bis 3 Wochen der Weingeist sauer geworden; neben Essigsäure haben sich hierbei noch einige andere Producte gebildet, von denen Acetal und Aldehyd die bekanntesten sind.

Wird die Flüssigkeit mit Kreide neutralisiert der Destillation unterworfen und das Destillat mit Chlorcalcium gesättigt, so scheidet sich eine leichte ätherartige Flüssigkeit ab, die ein Gemenge von drei Substanzen ist, nämlich von Essigäther, von Acetal und von Aldehyd.

Unterwirft man sie der Destillation, so fängt sie bei

$54^{\circ}$  an zu sieden, und gegen Ende derselben steigt der Siedpunkt bis auf  $94^{\circ}$ .

Destillirt man die Hälfte ab, so giebt das zuerst Uebergehende mit Ammoniakgas eine reichliche Menge Krystalle von Aldehydammoniak, während sich in dem zuletzt Uebergehenden, beim Sättigen mit demselben Gas, keine Spur dieser Verbindung zeigt. Daraus ergiebt sich denn offenbar, dass man es hier nicht mit einer bestimmten chemischen Verbindung, sondern mit einem blossen Gemenge von ungleich flüchtigen Substanzen zu thun hat. Die Abscheidung des Aldehyds ist sehr leicht, aber die vollkommene Trennung des Essigäthers von dem Acetal ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Von dem Vorhandenseyn des Essigäthers kann man sich leicht durch die Bildung von essigsaurem Alkali überzeugen, wenn man die minder flüchtige, von Aldehyd befreite Flüssigkeit mit wässrigem Ammoniak einige Tage in Berührung lässt. Kali kann man bei diesem Versuch nicht anwenden, weil durch seine Einwirkung auf das beigemischte Acetal andere Zersetzungsproucte entstehen, namentlich wird, bei Zutritt der Luft, Aldehydharz gebildet.

Digerirt man die ätherartige Flüssigkeit mit Chlorcalcium, so sieht man, nach Entfernung von allem Weingeist und Wasser, einen weissen pulverigen Niederschlag entstehen, der ohne Zweifel nichts anderes als die Verbindung von Essigäther mit Chlorcalcium ist, die ich früher beschrieben habe.

Durch Mittheilung einer beträchtlichen Quantität der rohen ätherartigen Flüssigkeit hat mich Hr. Döbereiner in den Stand gesetzt, die Analyse des Acetals zu wiederholen. Es wurde dazu stets die Flüssigkeit angewendet, welche bei den zahlreichen Rectificationen über Chlorcalcium im Wasserbade bei  $94^{\circ}$  bis  $95^{\circ}$  übergang. Das Acetal der zweiten Analyse war durch Sättigen mit

Ammoniakgas und Waschen mit Wasser von Aldehyd befreit worden.

I. 0,468 lieferten 0,459 Wasser und 0,983 Kohlensäure  
II. 0,4696 - 0,493 - - - 1,012 -

Diese Analysen geben für 100 Th. Acetal:

|             | I.     | II.     |
|-------------|--------|---------|
| Kohlenstoff | 58,067 | 59,588  |
| Wasserstoff | 10,890 | 11,664  |
| Sauerstoff  | 31,043 | 28,748. |

Das Mittel meiner früheren Analysen stimmt mit diesen Resultaten vollkommen überein. Ich habe damals die Formel  $C_8H_{18}O_3$ , als den Ausdruck der theoretischen Zusammensetzung daraus entwickelt, sie giebt für 100 Th.:

|             |        |
|-------------|--------|
| Kohlenstoff | 59,72  |
| Wasserstoff | 10,97  |
| Sauerstoff  | 29,31. |

Man kann darnach das Acetal als eine Verbindung von 1 At. Aether mit 1 At. Aldehyd, oder als eine Verbindung von 2 At. Aldehyd mit 1 At. Wasser betrachten. Man erhält nämlich:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ At. Aether} & = 4C + 10H + O \\ 1 \text{ - Aldehyd} & = 4C + 8H + 2O \\ 1 \text{ At. Acetal} & = \underline{\underline{8C + 18H + 3O}} \end{array}$$

oder:

$$\begin{array}{ll} 2 \text{ At. Aldehyd} & = 8C + 16H + 2O \\ 1 \text{ - Wasser} & = \quad \quad 2H + O \\ & = \underline{\underline{8C + 18H + 3O}}. \end{array}$$

Bei einigen Rectificationen des Acetals über Chlorcalcium wurde, nachdem im Wasserbade nichts mehr überging, durch Anwendung von freiem Feuer noch eine sehr geringe Quantität Flüssigkeit erhalten, die man ebenfalls der Analyse unterwarf. Man erhielt von

I. 0,3305 Grm. 0,348 Wasser und 0,723 Kohlensäure  
II. 0,4548 - 0,480 - - - 0,995 -

Für 100 Theile:

|             | I.     | II.      |
|-------------|--------|----------|
| Kohlenstoff | 60,489 | 60,4939  |
| Wasserstoff | 11,699 | 11,7265  |
| Sauerstoff  | 27,811 | 27,7794. |

Auch auf diese Analysen lässt sich keine Formel mit gröfserer Wahrscheinlichkeit anwenden, als wie die oben angegebene.

Bei der Oxydation des Alkohols bei Mitwirkung von Platinschwarz entsteht demnach keine Oxydationsstufe des Kohlenstoffs, keine Kohlensäure und keine Ameisensäure, sondern:

Acetal  
Aldehyd  
Essigsäure  
Essigäther.

#### Aldehydhars.

Ueber dieses Zersetzungssproduct des Aldehyds habe ich eine Menge Versuche angestellt, ohne dass es mir nur entfernt gelungen wäre über die Art seiner Entstehung Aufschluss zu erhalten; ich kann mir keine andere Ursache denken, als dass diese Substanz bei allen eingeschlagenen Wegen, sie zu reinigen, sich beständig verändert, und ihr ganzes Verhalten scheint diese Meinung binlänglich zu rechtfertigen.

Es ist schon früher erwähnt worden, dass beim Erwärmen von wässrigem Aldehyd mit Kalilauge die Flüssigkeit sogleich gelblichtrüb wird, und dass sich nach einigen Augenblicken auf der Oberfläche eine rothbraune weiche Materie abscheidet, die sich wie Harz in lange Fäden ziehen lässt; dabei bemerkte man einen geistigen, aber sehr widrigen seifenartigen Geruch.

Diese Substanz entsteht durch die Einwirkung von Kali auf Alkohol, vorzüglich schnell bei Gegenwart von

Luft, die rothbraune Farbe der Tinct. Kalina führt davon her; sie entsteht ebenfalls, und schon in wenigen Minuten, wenn man eine Auflösung von Kali in Alkohol mit Acetal mischt und der Luft aussetzt, und dies ist ein sehr charakteristisches Unterscheidungsmittel des Acetals von Essigäther oder anderen ätherartigen Flüssigkeiten, mit denen es sonst grosse Aehnlichkeit besitzt. Alle Flüssigkeiten, worin Aldehyd enthalten ist, Salpeteräther, schwerer Salzäther etc., werden beim Erhitzen mit Kali dunkelbraun, und lassen beim Verdünnen mit Wasser oder durch Zusatz von Säuren Aldehydharz in braunen Flocken fallen.

Wenn man das Destillat von Weingeist, Braunstein und Schwefelsäure mit Kali nach und nach bis zum Sieden erhitzt und mit Wasser vermischt, so schlägt sich eine Menge Aldehydharz nieder, welches, mit Wasser gekocht, zusammenbackt, dunkelbraun, beinahe schwarz, beim Erkalten hart wird, und beim Reiben ein hellbraunes Pülver giebt. Dieses Pulver löst sich beim Auswaschen mit Wasser fortwährend mit dunkelbrauner Farbe auf.

Wird es anfänglich bei gewöhnlicher Temperatur und später bei der Siedhitze des Wassers getrocknet, so bemerkt man stets einen eigenthümlichen geistigen Geruch, und zuweilen ist es der Fall, dass es sich bei dieser Temperatur von selbst entzündet und wie Feuerschwamm fortglimmt.

Beim trocknen Erhitzen brennt es wie Harz, und hinterlässt eine glänzende Kohle, die sich schwer einzäschern lässt. Eine Verbrennung mit Kupferoxyd gab in 100 Theilen:

|             |          |
|-------------|----------|
| Kohlenstoff | 65,6782  |
| Wasserstoff | 7,0835   |
| Sauerstoff  | 27,2382. |

Ich gestehe übrigens, dass diese Analyse der Mittheilung

kaum werth ist, denn ich habe allen Grund, in diesem Harz einen Gehalt an Kali vorauszusetzen.

Wird das Aldehydharz aus seiner alkalischen wässrigen oder weingeistigen Auflösung durch verdünnte Schwefelsäure gefällt, so hat es seine Auflöslichkeit beim Auswaschen gänzlich verloren, es ist aber alsdann in Alkohol und Aether nicht mehr vollkommen löslich.

Das mit verdünnter Schwefelsäure gefällte Aldehydharz wurde mit Alkohol digerirt, die dunkelbraune Auflösung unter Zusatz von Wasser bis zur Entfernung alles Weingeistes gekocht, und das anscheinend reine Harz bei  $100^{\circ}$  im luftleeren Raum getrocknet. Bei seiner Verbrennung mit Kupferoxyd wurden von 0,3265 erhalten 0,227 Wasser und 0,866 Kohlensäure; entsprechend in 100 Theilen:

|             |          |
|-------------|----------|
| Kohlenstoff | 73,3405  |
| Wasserstoff | 7,7590   |
| Sauerstoff  | 18,9005. |

Das Kali, was zur Bildung des Harzes gedient hat, ist zum Theil an eine sehr geringe Menge einer organischen Säure gebunden, deren Salze mit alkalischen Basen beim Abdampfen braun werden, und welche die Eigenschaft besitzen, Quecksilber- und Silbersalze beim Erwärmen ohne Aufbrausen zu reduciren.

#### Aldehydsäure.

In seinen Versuchen über die Lampe ohne Flamme hat H. Davy bei der Anwendung von Weingeist und Aether die Bildung einer stechendsauren, die Augen empfindlich schmerzenden Substanz bemerkt, über welche Faraday einige Versuche angestellt hat, aus denen die Existenz einer eigenthümlichen Säure erschlossen werden konnte. Daniell und Phillips haben sich später mit ihrer näheren Untersuchung beschäftigt.

Ich will die Eigenthümlichkeiten dieser Säure, so weit

sie diese Beobachter kennen gelehrt haben, mit einigen Worten näher berühren.

Die Aether- oder Lampensäure, so wie sie Daniell durch Condensation des Products erhielt, was sich durch Oxydation der Aetherdämpfe in der Glühlampe bildet, ist farblos, ihr Geruch ist stechend, ihre Dämpfe greifen die Respirationsorgane an. Wenn man sie in einem Destillationsapparat erhitzt, so geht eine nichtsäure, brennbare und erstickend riechende Flüssigkeit über, von welcher D. bemerkte, dass es kein Aether gewesen ist, wahrscheinlich, weil sie sich mit Wasser mischen ließ. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Substanz nichts anderes war als Aldehyd.

Die Wirkung der Lampensäure auf Silber- und Quecksilberoxyd, und auf die Salze dieser beiden Metalloxyde unterscheidet sie von jeder andern Säure.

Mit salpetersaurem Silberoxyd gemischt entsteht eine Trübung, beim Erwärmen wird die Flüssigkeit bläulich und die Glasröhre mit metallischem Silber überzogen; auf dieselbe Weise verhält sich diese Säure gegen eine Gold- und Platinauflösung, wobei die Glasröhren mit einer spiegelnden Haut von Gold oder Platin überzogen werden.

Silberoxyd löst sich in Lampensäure auf, die Auflösung wird beim Erhitzen unter Reduction des Silbers zersetzt.

Salpetersaures Quecksilber mit Lampensäure erwärmt, wird sogleich zerlegt, es entsteht ein Metallregen und es sammeln sich schnell glänzende Quecksilberkugeln.

Rothes Quecksilberoxyd wird von der Lampensäure aufgelöst und beim Erwärmen in ein weisses krystallinisch-glimmerartiges Salz unter Abscheidung von Metall verwandelt. Das weiße Salz ist essigsäures Quecksilberoxydul.

Die Säure gibt mit Baryt neutralisiert ein Salz, wel-

ches beim Abdampfen sich färbt; wird die Säure aus diesem Salz mit Schwefelsäure wieder abgeschieden, so findet man ihre reducirenden Eigenschaften unverändert. Das Barytsalz ist schwierig zu krystallisiren und in feuchter Luft zerfließlich; es verhält sich in seinen Eigenschaften gegen Silber- und Quecksilbersalze wie die reipe Säure.

Beim Erhitzen von lampensaurem Kupferoxyd schlägt sich Metall nieder.

Die Säure wird durch Schwefelsäure unter Abscheidung von Kohle zersetzt.

Daniell erklärt die Lampensäure für Essigsäure, verbunden mit einer fremden, mächtig desoxydiren Materie.

Aus der Analyse des Baryt- und Natronsalzes ergab sich als Atomgewicht derselben die Zahl 640 und 624,7.

Aus diesen Versuchen erhellt:

- 1) daß die Lampensäure Quecksilber- und Silbersalze *ohne Aufbrausen* reducirt;
- 2) daß sie hierbei in Essigsäure verwandelt wird;
- 3) daß ihr Atomgewicht das nämliche wie das der Essigsäure oder sehr nahe dasselbe ist.

Ich glaube nun mit einer der Gewissheit sehr nahen Wahrscheinlichkeit schließen zu können, daß die sogenannte Lampensäure mit der Säure identisch ist, welche durch die Einwirkung von Aldehyd auf Silberoxyd gebildet wird.

Ich habe erwähnt, daß beim Erwärmen von Silberoxyd mit wässrigem Aldehyd unter Reduction von Silberoxyd ein auflösliches Silbersalz entsteht, welches kein essigsaurer Silberoxyd ist und ohne Abscheidung von Metall nicht abgedampft werden kann; ich habe ferner erwähnt, daß dieses Silbersalz mit Barytwässer vermischt unter Abscheidung von Silberoxyd zerlegt wird, und daß reiner essigsaurer Baryt und sonst kein anderes Product

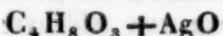
gebildet wird, wenn man das niedergeschlagene Silberoxyd mit dem entstandenen Barytsalz erwärmt. Das Silberoxyd wird hierbei vollständig reducirt.

Der weisse Niederschlag, den man durch Vermischen einer concentrirten Auflösung von Aldehydammoniak mit salpetersaurem Silberoxyd erhält, und welcher neutrales salpetersaures Ammoniak, Aldehyd und 2 Atome Silberoxyd enthält, wird beim Erwärmen mit Wasser unter Abscheidung von metallischem Silber zersetzt. Die Auflösung reagirt nicht sauer, sie enthält salpetersaures Ammoniak und das nämliche Silbersalz, was beim Erwärmen von Silberoxyd mit Aldehyd gebildet wird. Ich habe die Menge von Sauerstoff aus der Quantität von reducirtem Metall zu bestimmen gesucht, welche hierbei von einer gewissen Portion Aldehyd aufgenommen wird.

0,434 dieses Silberniederschlags mit Wasser erwärmt, gaben 0,093 metallisches Silber.

Die nämliche Portion dieses Niederschlags enthält aber 0,182 metallisches Silber; und es ergiebt sich daraus, dass die Hälfte des Silberoxyds reducirt oder dass 1 At. Sauerstoff aufgenommen worden ist.

Aus diesen Thatsachen kann man den Schluss ziehen, dass der Aldehyd bei seiner Einwirkung auf Silberoxyd 1 At. Sauerstoff aufnimmt, und dass das neu entstandene Silbersalz nach der Formel



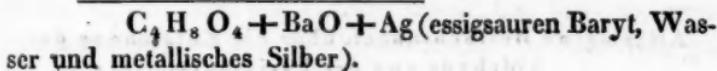
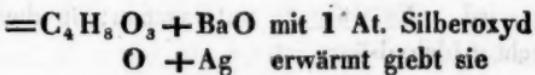
zusammengesetzt ist. Die Säure in diesem Salze würde von der Essigsäure um 2 Atome Wasserstoff verschieden seyn, und ihr Atomgewicht würde mit dem der Lampensäure nahe zusammenfallen. Das der Essigsäure ist 643,194, das der neuen Säure, die ich anstatt Lampensäure Aldehydsäure nennen will, weil sie aus Aldehyd durch Aufnahme von 1 At. Sauerstoff entsteht, würde 655,673 seyn.

Es ist allerdings möglich, aber sehr wenig wahrscheinlich, dass der Sauerstoff des Silberoxyds, den der Aldehyd aufnimmt, sich auf 2 At. Wasserstoff des Aldehyds wirft

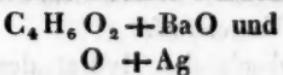
wirft und diesen in Wasser verwandelt, und das die neue Säure, wenn man sie sich wasserfrei denkt; nach der Formel



zusammengesetzt ist. Darnach wäre sie Aldehyd ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ ) minus 2 Wasserstoff, oder Essigsäure ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ ) minus 1 Atom Sauerstoff, eine wirkliche essigte Säure. Für so merkwürdig ich nun auch die Existenz einer essigten Säure halten würde, so wenig bin ich geneigt, sie für wahrscheinlich zu halten. Jedenfalls ist vollkommen gewiss, dass die neu entstandene Säure durch Aufnahme eines neuen Atoms Sauerstoff in Essigsäure übergeht. Ihr Barytsalz



Nach der anderen Formel würden aus



die nämlichen Producte entstehen.

Ich habe mit den Salzen der Aldehydsäure noch einige andere, obwohl oberflächliche Versuche angestellt, die mir über die vollkommene Aehnlichkeit mit denen der Lampensäure keinen Zweifel lassen; allein die lampensauren Salze sind selbst zu unvollkommen bekannt, als dass man einer neuen vergleichenden Untersuchung mit denselben entbehren könnte.

Wenn die Lampensäure nach der Formel  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$  zusammengesetzt wäre, so würde die Analyse ihrer Salze eine Zahl gegeben haben, welche der der Formel entsprechenden (543,194) einigermaßen wenigstens hätte nahe stehen müssen, selbst wenn man in der Daniell'schen Lampensäure eine grosse Menge Essigsäure voraussetzen will. Aber ich bin hier auf das Feld der Hypothese

gekommen, auf dem man sich nicht sonderlich behaglich fühlt; der Mangel an besseren und schlagenderen That-sachen wird mich aber entschuldigen, und die geäußerten Meinungen nur als Leitfaden zu späteren Untersuchun-gen, gleichgültig von wem sie auch ausgeführt werden mögen, betrachten lassen.

Bei Destillation von Braunstein und Schwefelsäure mit Stärke, Zucker etc., erhält man gleichzeitig mit Ameisensäure eine äußerst stechende, die Augen schmerzende Substanz, welche nach der Sättigung der Säure mit Alkalien die Ursache zu seyn scheint, daß sich beim Abdampfen die Flüssigkeit braun färbt, und daß bei Zersetzung dieser Salze mit Schwefelsäure schweflige Säure gebildet wird. Es wäre zu untersuchen, ob diese Substanz nicht Aldehydsäure ist.

#### Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des Aldehyds und der Essigsäure.

Der Aldehyd entsteht aus dem Alkohol durch Verlust von 4 At. Wasserstoff.

Den Alkohol als das Hydrat des Aethers gedacht, würde man folgende Verbindungen entwickeln können:

$C_4H_6$  — unbekannte Kohlenwasserstoffverbindung

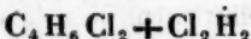
$C_4H_6O + H_2O$  — Aldehyd ( $C_4H_8O_2$ )

$C_4H_6O_2 + H_2O$  — Aldehydsäure ( $C_4H_8O_3$ )

$C_4H_6O_3 + H_2O$  — Essigäurehydrat ( $C_4H_8O_4$ ).

Nach dieser Voraussetzung wäre der Aldehyd das Hydrat eines unbekannten Oxyds  $C_4H_6O$ ; Aldehydsäure und Essigsäure würden höhere Oxydationsstufen dieser Verbindung seyn.

Nach der Untersuchung von Regnault (Annalen der Pharmacie, S. 28 bis 38) ist das Oel des ölbildenden Gases nach der Formel:



zusammengesetzt, und dieser Körper wäre die dem Oxydhydrat (dem Aldehyd) entsprechende Chlorverbindung.

Man kann ferner diesen Formeln folgende Deutung geben:

$C_4H_8 + O$  erste und unbekannte Oxydationsstufe des ölbildenden Gases

$C_4H_8 + 2O$  Aldehyd

$C_4H_8 + 3O$  Aldehydsäure

$C_4H_8 + 4O$  Essigsäurehydrat.

Diesen Formeln gemäß wäre der Aldehyd ein Oxyd der Kohlenwasserstoffverbindung  $C_4H_8$ , welche Hr. Dumas als das Radical des Aethers und Alkohols annimmt, und

1 Vol. ölbildendes Gas würde sich mit

$\frac{1}{2}$  - Sauerstoffgas zu

1 Vol. Aldehyd vereinigt haben.

Man darf aber nur die Bildung des Aldehyds näher in's Auge fassen, um die Unmöglichkeit des unveränderten Vorhandenseyns von ölbildendem Gas in dem Aldehyd einzusehen.

Nach der Ansicht von Hrn. Dumas ist der Alkohol

$C_4H_8 + H_4O_2$ .

Man würde hier entweder annehmen müssen, dass der Wasserstoff, der 2 Atome Wasser hinweggenommen, d. h. oxydiert worden wäre, was eine Absurdität ist, oder dass der Alkohol sein Wasser gänzlich abgibt, indem sein hypothetisches Radical 2 Atome Sauerstoff aufnimmt, was als gleichbedeutend angesehen werden kann. Alles dieses sind Hypothesen, denen man im gegenwärtigen Augenblick nicht das geringste Gewicht beilegen kann. Die Zeit ist hoffentlich nicht mehr fern, wo man in der organischen Chemie die Idee von unveränderlichen Radicallen aufgeben wird.

Die Frage, ob bei der Essigbildung die Entstehung von Aldehyd der der Essigsäure stets vorangeht, ist nicht ohne Interesse, man kann sich nicht leicht den Vorgang anders denken, obgleich die Flüchtigkeit des Aldehyds dieser Meinung entgegenzustehen scheint, aber eine Mi-

schung von 1 Aldehyd mit 3 Wasser siedet erst bei  $37^{\circ}$ , und zwischen  $30^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$  geht bekanntlich die Essigbildung am raschesten von statthen; ich glaube selbst, und viele Essigfabrikanten werden der nämlichen Meinung mit mir seyn, dass in manchen Fällen lediglich Aldehyd, und keine Essigsäure gebildet wird, und dies ist sicher die Ursache der Ungewissheit, in der man sich in Beziehung auf das zu erhaltende Product bei der Anlage von neuen Essigfabriken stets befindet. Täglich hört man von Essigfabrikanten die Klage, dass in manchen Essigbildern (Essigfässern), bei Beobachtung aller bekannten Bedingungen, der Alkohol auf eine unbegreifliche Art verschwindet, ohne nur entfernt das Aequivalent Essigsäure zu geben.

Ein näheres Studium der Umstände, welche auf den Uebergang des Aldehyds in Essigsäure Einfluss haben, wird sehr bald alle diese Unsicherheiten beseitigen.

---

## XI. *Ueber Platin; von J. W. Döbereiner.*

---

Berzelius vermutet das Daseyn einer Verbindung von Platin und Wasserstoff. Er spricht sich hierüber in der dritten Auflage seines Lehrbuchs der Chemie folgendermassen aus: »Es ist nicht ganz entschieden, ob sich das Platin mit dem Wasserstoff verbinden könne; indessen scheint es durch die Körper, die man durch folgende Processe erhält, wahrscheinlich zu werden. Man schlägt durch Ammoniak ein Gemenge von Platinchlorid und Eisenchlorid nieder, wäscht den Niederschlag gut aus, trocknet ihn und reducirt ihn bei ansangernder Glühbitze in einem Strome von Wasserstoffgas. Das reducire Metall wird sogleich in Chlorwasserstoffsäure geworfen; nachdem sich das Eisen beim Digeriren aufgelöst hat, bleibt ein schwarzer, nicht metallisch aussehender Körper zurück. Nach dem Trocknen in Berührung mit Alkohol

gebracht, wird er nicht glühend, erhitzt man ihn aber für sich, so fängt er noch weit unter dem Glühen Feuer und detonirt schwach, wobei er umhergeworfen wird. In verschlossenen Gefäßen zersetzt er sich ohne Detonation.“ Ferner: »Schmilzt man Platin mit Kalium zusammen und behandelt die Legirung mit Wasser, welches das Kalium oxydirt und auflöst, so scheidet sich das Platin in schwarzen Schuppen ab. Diese Substanz verhält sich analog der vorhergehenden Verbindung, und wurde von Henry Davy als ein Wasserstoff-Platin betrachtet. In der That scheinen diese Körper Wasserstoff zu enthalten, und gewifs verdienen sie näher untersucht zu werden.“

Ich habe diese Untersuchung ausgeführt, und finde, dass beide Körper, wovon Berzelius hier spricht, sich genau so wie das auf nassem Wege durch Alkohol, Zucker oder Ameisensäure reducirete Platin (welches von Liebig *Platinschwarz*, von mir *Platinmohr* genannt wird) verhalten, dass sie nämlich in Wasserstoffgas glühend werden und einen grossen Theil desselben zu Wasser verdichten; dass sie ferner die Ameisensäure und Oxalsäure zu Kohlensäure oxydiren, und dass sie endlich den Alkohol in Essigsäure verwandeln oder denselben entzünden, wenn sie in trocknem Zustande mit seinem Dampf in Berührung kommen. Alle diese Eigenschaften röhren aber, wie ich durch Versuche dargethan habe, von dem in jenem Platinpräparat mechanisch verdichtet enthaltenen Sauerstoffgas, und von der sauerstoffgassaugenden Kraft des höchst fein zertheilten Platins her, und es kann daher keiner jener schwarzen Körper als Wasserstoffplatin betrachtet werden. Wenn das aus seiner Legirung mit Eisen abgeschiedene Platinschwarz in Berzelius's Versuchen nicht auf Alkohol wirkte, so war daran vielleicht der Umstand Schuld, dass es nach seiner Trennung vom Eisen durch Salzsäure nicht mit Kali- oder Natronwasser behandelt worden. Wie nothwendig aber diese

Behandlung sey, geht aus der von mir gemachten und vor längerer Zeit mitgetheilten Beobachtung hervor, dass eine sehr kleine Menge von Salzsäure die sauerstoffgassaugende Kraft des Platins gänzlich vernichtet oder aufhebt, und dass dieselbe nur durch Kali oder Natron wieder hergestellt werden kann.

---

**XII. *Die in den Gruben des sächsischen Erzgebirges angestellten Beobachtungen über die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe, und Notiz über die niedrige Temperatur innerhalb einer Halde; von F. Reich.***

---

Das Interesse, welches das Phänomen der Zunahme der Temperatur in den tieferen Schichten der Erdoberfläche mit Recht erregt hat, veranlafste den Hrn. Oberberg-hauptmann Freiherrn von Herder und das K. sächsi-sche Oberbergamt in den Jahren 1830 bis 1832 mög-lichst sorgfältige Beobachtungen darüber in den ausge-dehnten und ziemlich tiefen Gruben des sächsischen Erz-gebirges, die in dieser Hinsicht schon früher durch von Trebra und d'Aubuisson zu gleichem Zwecke benutzt worden waren, anstellen zu lassen. Die Ergebnisse der-selben sind von mir in einer besonderen Schrift (Frei-berg bei Engelhardt. 1834. 8.) dem Publico mitgetheilt worden, und es soll hier nur ein kurzer Auszug davon geliefert werden. Die Art der Beobachtung bestand darin, dass an Punkten, von denen man hoffen konnte, dass sie möglichst wenig störenden Einwirkungen ausgesetzt seyen, ungefähr 40 Zoll lange Löcher in das Gestein ge-bohrt, und in diese Thermometer gesenkt und mit Sand umgeben wurden, deren Röhren lang genug waren, dass ihre Skale noch außerhalb zu stehen kam, so dass die Temperatur ohne Herausnahme des Instrumentes beob-

achtet werden konnte. Dieses geschah wöchentlich zwei Mal oder öfter, bei den meisten zwei und drei Jahre hindurch. Die Thermometer waren genau mit einander verglichen, und ihre Grade waren gross genug, um 0,01 oder 0,02 Centesimalgrade zu schätzen. Diese grossen Grade sind deshalb von wesentlichem Nutzen, weil sie geringe Temperaturänderungen wahrzunehmen erlauben, die Veränderlichkeit der Wärme eines Punktes aber ein Anhalten bei Schätzung des Werthes eines Beobachtungspunktes giebt, weil man mit Sicherheit annehmen kann, dass wo eine bedeutende Schwankung stattfand, auch störende Einwirkungen bedeutenden Einfluss auf das Resultat hatten. Wo es thunlich war, suchte man ein Thermometer möglichst nahe unter der Oberfläche anzubringen, um durch dasselbe die Temperatur der letzten kennen zu lernen; außerdem aber wurden in jeder Grube noch ein bis vier Thermometer in verschiedener Tiefe aufgestellt, und nur die Resultate derselben Grube mit einander verglichen. Auf diese Weise hat man 45 Thermometer in 14 Gruben der verschiedenen Bergamtsreviere vertheilt. Zuvörderst ist die Oberflächentemperatur aus den gegebenen Beobachtungen ermittelt, und damit sind auch Beobachtungen der Lufttemperatur zusammengestellt. Es ergiebt sich, dass die Oberfläche nahe  $1^{\circ}$  C. wärmer ist, als die Luft, dass jene bei 193,4 Meter, diese bei 174,2 Meter Erhebung um  $1^{\circ}$  C. sinkt, und, auf die Oberfläche des Meeres reducirt, im sächsischen Erzgebirge zwischen dem 51sten und 52sten Grad N. Br. die Oberflächentemperatur  $10^{\circ},22$  C., die mittlere Lufttemperatur aber  $9^{\circ},27$  C. betrage. — Um die Zunahme der Wärme mit der Tiefe zu finden, ist den einzelnen Beobachtungspunkten ein verschiedener Werth beigelegt, und mittelst desselben ein wahrscheinlichstes Mittel gezogen worden. Der Werth von zwei verglichenen Punkten ist abhängig gemacht von der Dauer der Beobachtung, von der Höhendifferenz und von der Grösse der

Oscillationen, welche das Thermometer zeigte. Das Hauptresultat ist eine Zunahme von 1° C. bei 41,84 Meter Tiefe. Da die einzelnen Beobachtungen sehr stark von einander abweichen, was schwerlich von einer wirklich sehr verschiedenen Wärmezunahme an den verschiedenen Punkten, sondern von störenden Einflüssen verursacht seyn dürfte, so war zu überlegen, ob man eine zu grosse oder zu kleine Wärmezunahme gefunden habe. So lange überhaupt das Phänomen einer gröfseren Wärme des Erdinnern bestritten wurde, bemühten sich seine Vertheidiger hauptsächlich darzuthun, dass die erwärmenden Einwirkungen in den Gruben, als die Gegenwart der Arbeiter mit ihren Lichtern, das Sprengen mit Pulver, die Compression der herabdringenden Luft, nicht ausreichten, die höhere Temperatur zu erklären, — wobei jedoch ihr Einfluss nicht geläugnet werden konnte, so dass es das Ansehen gewann, und auch häufig angenommen wurde, dass die Temperaturzunahme wenigstens geringer sey, als man sie in den Gruben findet. Weit weniger sind jedoch die erkältenden Einwirkungen besprochen worden, obwohl sie äusserst wirksam sind; sie bestehen in dem Eindringen einer Luft, deren mittlere Temperatur weit niedriger als die der Grube ist; in dem Herabdringen von Wasser, das auch kälter ist, weil es von der Oberfläche kommt, und in der Verdampfung des Wassers in den stets feuchten Räumen der Grube. — Es ist völlig unthunlich zu berechnen, oder auch nur ungefähr zu überschlagen, wie gros die Erwärmung oder Erkältung eines Punktes in der Grube aus diesen Ursachen sey, es lässt sich jedoch zuweilen ermitteln, ob das Gestein zu warm oder zu kalt gefunden wurde, wenn man neben dem in das Gestein eingesenkten Thermometer ein anderes in der Luft beobachtet; wirkt letztere nämlich nicht störend, so müssen beide Instrumente denselben Grad angeben; die Luft hat dagegen erwärmt, wenn sie wärmer, und erkaltet, wenn sie kälter ist als das Gestein. Auch wenn ein

Beobachtungspunkt ersäuft, kann man daraus, ob man seine Temperatur nach dem Gewältigen höher oder tiefer findet als vorher, beurtheilen, ob er eine zu kleine oder zu große Wärmezunahme giebt. Beide Mittel sind einige Male angewendet worden, und es ergiebt sich, dass die Temperatur häufiger zu niedrig als zu hoch gefunden wurde, dass also obiges Hauptresultat zu gering sey, und eine schnellere Wärmezunahme stattfindet. Dasselbe scheint sich aus den besten fremden Beobachtungen ableiten zu lassen. Endlich wird diese Folgerung durch eine unter besonders günstigen Umständen gemachte Beobachtung bestätigt, die auf Himmelfahrt angestellt werden konnte, nach welcher die Zunahme  $1^{\circ}$  C. bei 33,4 Meter beträgt, die ich jedoch nicht näher beschreibe, da sie bereits von Bischoff in diesen Annalen (Bd. XXXV S. 214) hervorgehoben worden ist.

Angehängt wurden eine Uebersicht der Literatur über den fraglichen Gegenstand, und zwei Beilagen, von denen die eine die Verhältnisse einer in 160 Meter Tiefe angefahrenen starken und  $25^{\circ},9$  C. warmen Quelle, die zweite das perennirende Eis bespricht, welches sich im Innern des Sauberges bei Ebensfeld in beträchtlicher Menge vorfindet. Hinsichtlich des letzteren Gegenstandes war ich zu dem Resultate gelangt, dass wenn Räume unterhalb der Erdoberfläche eine niedrigere Temperatur als die der Oberfläche haben sollen, dies entweder dadurch möglich wird, dass sie das Eindringen der kalten Winterluft, nicht aber der warmen Sommerluft vermöge ihrer Lage und Form gestatten, oder dadurch, dass sie Sommer und Winter zwar die Luft hindurchziehen lassen, dabei aber zur Verdampfung von beträchtlichen Wassermengen Anlass geben. Im letzteren Falle wirkt gewöhnlich die erstere Ursache in sofern mit ein, als der Luftzug im Winter weit heftiger zu seyn pflegt als im Sommer. So verhält es sich in den Gruben des Sauberges, und so muss es sich in jeder etwas

grossen Aufhäufung lockerer Gesteinstücke, also auch in jeder Halde verhalten. Um daher die Richtigkeit dieser Erklärung zu prüfen, wurde, wie S. 197 der genannten Schrift angegeben ist, ein Stollen 5 Lachter weit in die grosse Churprinzen-Halde getrieben, das Mundloch durch eine Thür verschlossen, und vor Ort zwei Thermometer aufgehängt, das untere 12 Zoll und das obere 87 Zoll über der Sohle. Seit dem Juni 1834 ist der Stand beider wöchentlich mehrmals durch den Obersteiger Kind abgelesen, und es sind folgende monatliche Mittel erhalten worden:

| M o n a t. | Unteres<br>Thermomet. | Oberes<br>Thermometer. | Mittlere Luft-<br>temperatur in<br>Freiberg. |
|------------|-----------------------|------------------------|--|
| 1834.      | +7,82                 | +10,40                 | +21,06                                       |
|            | +9,16                 | +11,82                 | +18,76                                       |
|            | +7,98                 | + 9,56                 | +15,11                                       |
|            | +4,75                 | + 5,23                 | + 8,08                                       |
|            | +1,84                 | + 2,60                 | + 3,09                                       |
|            | +0,27                 | + 0,45                 | + 0,19                                       |
| 1835.      | -0,71                 | - 0,30                 | - 0,50                                       |
|            | -0,62                 | - 0,27                 | + 1,31                                       |
|            | -0,03                 | - 0,02                 | + 1,96                                       |
|            | +0,30                 | + 0,38                 | + 6,36                                       |
|            | +1,48                 | + 1,97                 | +11,57                                       |
|            | +3,59                 | + 5,31                 | +15,74                                       |
| Jahr       | +2,99                 | + 3,93                 | + 8,56                                       |

Es zeigt sich hier eine sehr schnelle Einwirkung der äusseren Luft, indem das Minimum in demselben Monate, das Maximum nur einen Monat später in dem Stollen eintritt, wie in der äusseren Luft. Auch beweist dasselbe die Differenz des oberen und unteren Thermometers, die vorzüglich im Sommer gross wird, weil warme Luft vom Mundloche herein an der Firste in den Stollen eindringt, während die kalte auf der Sohle abfließt. Nichts desto weniger ist der Unterschied der mittleren Jahrestempera-

tur sehr beträchtlich, und wird noch etwas gröfser seyn, als er hier erscheint, weil die mittlere Lufttemperatur zu Churprinz der tieferen Lage wegen gröfser als zu Freiberg ist. Der Winter war übrigens außerordentlich gelind, und es ist nicht unmöglich, dass bei einigen auf einander folgenden harten Wintern sich so viel Eis in dem Stollen bilde, dass die Sommer es nicht zu schmelzen vermögen. Die ausgesprochene Vermuthung von einer niedrigeren Temperatur im Innern von Halden bestätigt sich daher vollkommen.

---

### XIII. Zur Geschichte der Sternschnuppen; von K. E. A. v. Hoff.

---

Die folgende Beschreibung der Beobachtung einer Sternschnuppe und der Substanz, die von derselben auf die Erde gefallen ist, röhrt von einem jungen Manne Namens Koch her, Mitglied des Schullehrer-Seminars zu Gotha. Der Aufsatz ist ganz von seiner Hand, und er hat ihn Hrn. Prof. Kries, seinem Lehrer, übergeben, welcher die Güte gehabt hat solchen mir mitzutheilen. Die Erzählung trägt das Gepräge ungeschminkter Wahrheit an sich, und die Beobachtung ist wohl werth öffentlich bekannt gemacht zu werden.

»Ich ging am 6. September 1835 zwischen 12 und 1 Uhr Nachts von Friemar (Dorf zwei Stunden von Gotha) nach Gotha. Es war eine stille Nacht, die Luft ganz wolkenlos und heiter; der Mond zeigte mir seine volle Scheibe, und hoch über mir flimmerten die zahllosen Sterne. Kein Blatt wurde bewegt, so still war es, und nur allmälig erhob sich ein gelinder Luftzug, von Westen nach Osten streichend, der auch hie und da eine kleine Wolke mit sich führte.

Oft, wenn ich nach den Lichtwelten emporblickte, sah ich einzelne Sternschnuppen, die aber jedesmal schon verschwunden waren, wenn ich sie recht betrachten wollte; und zwar gingen diese Erscheinungen alle in schiefer Richtung von SO. nach NW., und verschwanden noch hoch in der Luft. Da ich auf diesem Wege mich ganz allein befand, so sah ich mehr nach dem Himmel, als nach der Erde; daher entging mir auch keine Sternschnuppe, die vor meinen Augen entstand.

Als ich so mehrere Erscheinungen in der Atmosphäre beobachtet hatte, sah ich auf einmal in SW., ungefähr 80 Grade über dem Horizonte<sup>1)</sup>, eine Sternschnuppe, die aber nicht wie die vorigen ein gelblichrothes, sondern ein schön hellblaues Ansehen hatte, besonders bei ihrem Verlöschen; die auch nicht in mehr horizontaler, sondern fast senkrechter Richtung herabfiel. Es schien mir als bewege sie sich anfangs aufwärts, und beschreibe somit einen kleinen Bogen, gleichsam wie eine abgeschossene Rakete, dann aber bewegte sie sich mit beschleunigter Bewegung in einer geraden Linie gerade auf mich zu, verschwand aber noch hoch in der Luft, zuletzt als ein ganz kleines blaues Pünktchen.

Ungefähr, als ich gegen 40 Schritte nach ihrem Verschwinden gegangen war, kam es mir vor, als flöge eine Flintenkugel über mich hinweg, und sogleich fiel etwa drei Fuß vor mir Etwas mit heftigem Geräusche, fast Krachen, nieder, im Umfange wie ein Teller groß, und mit solcher Gewalt, dass der Staub weit umherflog. Für den ersten Augenblick war ich gewaltig erschrocken, aber bald bekam ich wieder Fassung, und sah in die Luft, um die Ursache dieser Masse zu entdecken; aber da war kein Vogel oder sonst etwas zu bemerken, sondern da oben war es so einsam und still wie zuvor.

Nun besah ich das Heruntergefallene näher, und sah,

1) Diese Höhenschätzung möchte wohl nicht für sehr genau anzunehmen seyn.

dass es ein Oval bildete, welches nach NO. in mehrere Zacken auslief, woran ich bemerkte, dass die Masse in schiefer Richtung von SW. nach NO. herabgefallen war. Ich nahm die Finger und hob Etwas davon auf; da war es fettig anzufühlen, wie Gallerte, und hatte, im Mondschein besehen, ein dunkelgraues Ansehen. Der Geruch der Masse selbst war dem einer Schwefelleber ähnlich, doch viel beissender, so dass ich fast davon niesen musste. Sie hing unter sich sehr zähe zusammen, und war auch ganz ohne Poren. Aber trotz ihrer Zähigkeit zerlief sie in der warmen Hand, und bildete sich zu einer dicken Flüssigkeit, die mir durch die Finger lief, und während meiner Betrachtung sehr schnell verdunstete. Dabei roch es, als brennten um mich herum lauter Phosphor-Schwefelhölzchen. Ich that ungefähr so gross wie ein Taubenei von der Masse in ein reines rothes Schnupftuch, welches ich bei mir trug. Die Feuchtigkeit schlug gleich durch dasselbe, und die Masse selbst gestaltete sich zu einem Brei, der einen fatalen beissenden Geruch um sich verbreitete.

Am andern Morgen erst dachte ich an mein Schnupftuch mit der Masse; doch von dieser war auch nicht das Geringste mehr zu erblicken; nur einen Flecken bemerkte ich da, wo sie gelegen hatte, der scharf begrenzt war. Aber am meisten überzeugte mich von dem Dagewesenseyn der Masse der Phosphorgeruch, der sich über meinen ganzen Rock verbreitet hatte.

Uebrigens ist der genannte Fleck wieder ausgegangen, ohne die Farbe aufzulösen.«

**XIV. Eine Bemerkung über die Witterung dieses Jahres; von H. W. Dove.**

In früheren Abhandlungen habe ich die Ansicht näher zu begründen gesucht, daß die Witterungserscheinungen unserer Gegenden vorzugsweise durch zwei einander abwechselnd verdrängende Luftströme bedingt werden, einen nördlichen und einen südlichen, die, wenn sie in gehörigem Maafse in Beziehung auf Dauer und Aufeinanderfolge einander das Gleichgewicht halten, den normalen Witterungszustand hervorrufen, wenn sie hingegen einseitig vorwalten, die größten Extreme veranlassen. Ein dauerndes Befinden im Nordstrom bringt im Winter strenge Kälte, im Sommer warme trockne Witterung; ein Befinden im Südstrom, wenn es unverhältnismäfsig lange anhält, kühle Sommer und ungewöhnlich milde Winter. Es ist aber klar, daß wenn in einem großen Theile der gemässigten Zone die Luft dem Pole zuströmt, ihr Lauf in irgend einem anderen Theile derselben Zone die entgegengesetzte Richtung nehmen muß, d. h. von höheren Breiten nach südlicheren Gegenden gerichtet seyn wird. Daraus folgt unmittelbar, daß, wenn solche Extreme vorhanden sind, dieselbe climatische Eigenthümlichkeit nicht auf der ganzen nördlichen Erdhälfte der Erde stattfinden kann, daß sich irgendwo eine Differenz zwischen östlichen und westlichen Gegenden finden wird. Ein sehr milder Winter in Europa läßt daher in Amerika oder Sibirien eine strenge Kälte erwarten, und umgekehrt. Denn je entschiedener an einem Orte der südliche Strom ist, desto entschiedener muß auch anderswo der nördliche seyn.

Zur Bestätigung dieser Ansichten habe ich im 13ten Bande dieser Annalen besonders die Witterungsverhältnisse des Jahres 1821 untersucht, in welchem Jahre der Winter (1821 bis 1822) in Europa auffallend mild war, während in Amerika eine ungewöhnliche Kälte bis in die Nähe der tropischen Zone beobachtet wurde. Ein eben so sprechendes Beispiel bietet dieses Jahr uns dar.

Von der Milde des letztverflossenen Winters können sich die Leser dieser Annalen durch das am Ende des 34sten Bandes befindliche Beobachtungsjournal des Hrn. Prof. Poggendorff leicht eine Anschauung ver-

schaffen. Die grösste im Januar, Februar und März beobachtete Kälte betrug auf der Berliner Sternwarte — 6,1 R., die mittlere Wärme dieser drei Monate war +0°,53, +1°,98, +2°,99, ja was noch auffallender ist, in dieser ganzen Zeit sind nicht 10 Tage nach einander vorgekommen, deren mittlere Temperatur unter Null fällt. Dass diese Erscheinung durch einen südlichen Strom hervorgebracht worden ist, folgt daraus, dass vom 1. Januar bis zum 18. März der bezeichnende Wind des Nordstromes, der NO. auch nicht ein einziges Mal beobachtet worden ist. Während dieser Zeit herrschte in Amerika eine so entsetzliche Kälte, dass im Anfang Januar die Häfen von Boston, Portland, New-Bury, New-Haven, Philadelphia, Baltimore und Washington vollkommen gefroren waren, und den 3., wo das Thermometer in Berlin den ganzen Tag und die Nacht über dem Frostpunkt stand, die Wagen über den gefrorenen Potomac fuhren. In Montpellier und Bangor, d. h. in der Breite von Genua und Mailand, gefror das Quecksilber im Freien. Am 4. und 5. Januar beobachtete man folgende Kältegrade:

| H ä f e n .  |                  |        | S t ä d t e . |                   |       |
|--------------|------------------|--------|---------------|-------------------|-------|
|              | Breite.          | Réaum. | Breite.       | Réaum.            |       |
| Portsmouth   | 43°              | —23°,1 | Montreal      | 45° $\frac{1}{2}$ | —29,8 |
| Salem        | 42 $\frac{1}{2}$ | —21 ,8 | Bangor        | 45                | —32   |
| Boston       | 42 $\frac{1}{3}$ | —20 ,9 | Montpellier   | 44 $\frac{1}{2}$  | —32   |
| New-Haven    | 41 $\frac{1}{3}$ | —24 ,4 | Rutland       | 43 $\frac{1}{2}$  | —27,5 |
| New-York     | 40 $\frac{3}{4}$ | —16 ,4 | Franconia     | 43 $\frac{1}{2}$  | —32   |
| Philadelphia | 40               | —16    | Windsor       | 43 $\frac{2}{3}$  | —29,4 |
| Baltimore    | 39 $\frac{1}{4}$ | —18 ,6 | Concord       | 43 $\frac{1}{4}$  | —29,8 |
| Washington   | 39               | —21 ,3 | Newport       | 43                | —32   |
| Charlestown  | 32 $\frac{3}{4}$ | —14 ,2 | Saratoga      | 43                | —28,9 |
|              |                  |        | Albany        | 42 $\frac{3}{4}$  | —28,5 |
|              |                  |        | Pittsfield    | 42 $\frac{1}{2}$  | —28,9 |

Wenn bei vorrückender Jahreszeit die wärmeerregende Kraft der Sonne steigt, so wird in der Gegend, welche den milden Winter hatte, der Frühling bereits erwachen, während da, wo die strenge Kälte herrschte, die Temperatur sich nicht viel über Null erheben wird, weil alle erregte Wärme in dem Schmelzen der vorhandenen Eismassen gebunden wird. Dem Drucke der kalten Luft dieser Gegend wird (weil so einseitig vorwaltende Luftströme vorzugsweise nur im Winter herrschen)

die erwärmte daneben befindliche ausgedehnte Luft nicht lange Widerstand leisten können. Ihr Eindringen wird desto plötzlicher seyn, je unvorsichtiger die Wärme sich hier gesteigert hatte. Daher wird der Frühling unangenehm seyn durch häufige Abwechslungen warmer und höchst rauher Witterung. Die kalten Ostern dieses Jahres sind gewiss noch Jedem im Gedächtnis. Dichte Schneeschauer gaben am Charsfreitage den Rheinufern von Mainz bis Bonn ein winterliches Ansehen, obgleich Pfirsich- und Kirschbäume in voller Blüthe standen. In Berlin stürmte es aus SW., aber ohne Schnee. Ueberhaupt war in dieser Zeit die Witterung am Rhein viel ungestümer als in Berlin. Noch ärger war es aber in England, wo diese Kälte schon Mittwoch Abend eintrat. Nach schönem Frühlingswetter folgte dort plötzlich eine empfindliche Kälte. Es schneite wie im December; an freien Plätzen fror es sogar bei Tage, daher großer Schaden an Blüthen. Die Wagen, welche am Charsfreitage aus dem Norden nach London ankamen, waren ganz mit Schnee bedeckt. Eben so wurde in Italien und Frankreich ungewöhnliche Kälte bemerkt.

Diese Kälte war also in westlichen Gegenden stärker als in östlichen, sie kam auch aus Westen. Solche Erscheinungen wiederholen sich gewöhnlich noch einige Mal in geringerer Stärke, dann hören sie plötzlich auf, wenn nämlich der Winter in jenen Gegenden endlich besiegt ist.

Annehmen, dass auf einen heißen Sommer stets ein kalter Winter folge, heißt voraussetzen, dass der Strom, welcher im Sommer über den Beobachtungsort floss, auch im Winter seine Richtung behält. Das ist viel verlangt von einem Strome, der in kein Bett eingeschlossen ist. Daher denn auch die großen Unterschiede zwischen den jährlichen Wärmemitteln eines Ortes. Man sollte nach der Constantz der mittleren Temperatur einer Erdhälfte fragen, nicht nach der eines Ortes.